

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KİMYA ANABİLİM DALI

**TRABZON BÖLGESİNDE SATIŞA SUNULAN AMBALAJLI SULARIN
MİKROBİYOLOJİK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimya Müh. Vildan VARER KUTANİS

**TEMMUZ 2010
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KİMYA ANABİLİM DALI

**TRABZON BÖLGESİNDE SATIŞA SUNULAN AMBALAJLI SULARIN
MİKROBİYOLOJİK ANALİZİ**

Kimya Müh. Vildan VARER KUTANİS

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Yüksek Lisans (Kimya) ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30.07.2010
Tezin Savunma Tarihi : 01.07.2010**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ömer DALMAN
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Münevver SÖKMEN
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Zihni DEMİRBAĞ**

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

Tezimin başlangıcından itibaren pozitif enerjisiyle destek veren ve yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım tez danışmanım kıymetli hocam Doç. Dr. Ömer Dalman' a ,

Yoğun işlerine rağmen bana gösterdiği hoşgörü ve desteklerinden dolayı değerli hocam Doç. Dr. Kemal Sancak' a,

Yüksek lisans eğitimim boyunca ilgi ve desteğini benden esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Avni Uydu' ya,

Bugüne kadar her konuda beni sabırla destekleyen, başarılarımın mimarı olan çok kıymetli annem Fatma Varer, ilgi ve desteği ile bana güven veren sevgili eşim Mehmet Akif Kutanis' e sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

Vildan VARER KUTANIS
Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Yeyüzündeki Suların Oluşumu ve Dağılımı.....	2
1.2.1. Suların Sınıflandırılması.....	5
1.2.2. Dünya’ daki Su Kaynaklarının Durumu.....	6
1.3. Dünya’ da ve Türkiye’ de Su Tüketimi.....	7
1.4. Suların Kirlenme Sebepleri.....	9
1.5. Ambalajlı Su Sektörü.....	10
1.5.1. Genel Yapısı.....	10
1.5.2. Rakamsal Büyüklüğü ve Sektörel Payı.....	11
1.5.3. İlgili Mevzuatlar ve Standartlar.....	13
1.5.4. Ambalajlı Su ile İçme Suyu Arasındaki Farklılıklar.....	14
1.6. Suyun İnsan Sağlığına Uygunluğunun İncelenmesi.....	15
1.6.1. Suyun Fiziksel Özellikleri.....	19
1.6.1.1. Sıcaklık.....	19
1.6.1.2. Tat ve Koku.....	20
1.6.1.3. Renk.....	20
1.6.1.4. Elektriksel İletkenlik.....	20
1.6.1.5. Bulanıklık.....	21
1.6.2. Suyun Kimyasal Özellikleri.....	21
1.6.2.1. Suyun pH Değeri.....	21
1.6.2.2. Çözünmüş Oksijen.....	22
1.6.3. Suyun Bakteriyolojik Özelliklerinin İncelenmesi.....	23
1.6.3.1. Koliform Bakteriler.....	23
1.6.3.2. Fekal Koliform.....	25

1.6.3.3. <i>Esherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	25
1.6.3.4. Enterokoklar.....	26
1.6.3.5. Anaerob Sporlu Sülfid İndirgeyen Bakteriler	27
1.6.3.6. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27
1.6.3.7. <i>Salmonella</i>	27
1.6.3.8. <i>Staphylococcus aureus</i>	27
1.6.3.9. Toplam Aerobik Mezofilik Mikroorganizma.....	28
2. MATERYAL VE METOD.....	30
2.1. Materyal.....	30
2.1.1. Besiyeri Seçimi.....	31
2.2. Metod.....	32
2.2.1. Örneğin Toplanması ve Analize Hazırlanması.....	33
2.2.2. Membran Filtrasyon Yönteminin Uygulanması.....	35
2.2.3. Su Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizi	37
2.2.3.1. Koliform Bakteri Sayımı.....	37
2.2.3.2. Fekal Koliform Bakteri Sayımı.....	37
2.2.3.3. <i>Esherichia coli</i> (<i>E. coli</i>) Sayımı.....	38
2.2.3.4. Anaerob Sporlu Sülfid İndirgeyen Bakterilerin Sayımı.....	38
2.2.3.5. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Sayımı.....	38
2.2.3.6. <i>Salmonella</i> Sayımı.....	38
2.2.3.7. <i>Staphylococcus</i> Sayımı.....	38
2.2.2.8. Toplam Aerobik Mezofilik Mikroorganizma Sayımı.....	39
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	40
3.1. Güneş Işığında Maruz Bırakılan Numunelerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları...40	
3.2. Serin Yerde Muhafaza Edilen Numunelerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları...46	
3.3. Pet Şişe Sularının Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	56
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	57
5. KAYNAKLAR.....	63
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Bu çalışma; Trabzon bölgesinde satışa sunulan ambalajlı suların mikrobiyolojik kalite parametrelerinin incelenmesi esasına dayanmaktadır. Piyasada satış noktalarından rastgele alınan altı farklı markaya ait ambalajlı suyun mikrobiyolojik analiz sonuçlarının İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından bildirilen içme – kullanıma suyu kriterlerine uygunluğu araştırılmıştır.

Numuneler 3 ay süre ile güneş ışığına maruz bırakıldı ve 6 ay süre ile 20° C de kuru yerde muhafaza edilmiştir. Numuneler membran filtrasyon yöntemi kullanılarak koliform bakteri, fekal koliform bakteri, *esherichia coli*, anaerob sporlu sülfid indirgeyen bakteriler, *pseudomonas aeruginosa*, *salmonella* ve toplam aerobik mezofilik mikroorganizma ve *staphylococcus* parametreleri açısından aylık olarak analiz edilmiştir.

Toplam 54 numuneden 19 tanesinin (% 52,7 sinin) yönetmelik sınır parametreleri açısından kabul edilebilir olduğu saptanmıştır. 1, 3, 4 ve 5 numaralı 35 adet numunede özellikle ikinci ay ve sonrasında sınır değerlerinin üzerinde *esherichia coli*, fekal koliform bakteri, koliform bakteri, *pseudomonas aeruginosa*, toplam aerobik mezofilik mikroorganizma üremesi görülmüştür. 2 numaralı numune 6 ay süre ile standartlara uygunluğunu korurken, 6 numaralı numunede beşinci ve altıncı aylarda standartların üzerinde toplam bakteri ve koliform bakteri üremesi tespit edilmiştir. Tek kullanımlık bir ambalaj malzemesi olan pet içerisinde satışa sunulan şişe sularından alınan toplam 36 adet numunenin ise 35 adeti (% 97' si) mikrobiyolojik analiz neticesinde uygun olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak; tüketime sunulan ambalajlı suların başlangıçta mikrobiyolojik olarak temiz olduğu, fakat tüketim süresi ve kullanım koşullarına bağlı olarak mikrobiyolojik kontaminasyonun arttığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ambalajlı Su, Mikrobiyolojik Kalite, Su Kirliliği, Membran Filtrasyon, *E. coli*

SUMMARY

Microbiological Quality Analysis's Parameter of Bottled Water Being Sold in Trabzon

This study is based on microbiological quality analysis of parameters of bottled water being sold in Trabzon. Six different brands of bottled water taken randomly from market points of sale has been investigated in eligibility criteria of microbiological analysis and the Regulation on Intended human Water Consumption by World Health Organization .

Samples exposed to sunlight for a three months period and were kept for six months in a cool (20 ° C) in a dry place..By using membrane filtration method sample's anaerobic sport with a sulfite reducing bacteria, esherichia coli, fecal coliform bacteria, coliform bacteria, pseudomonas aeruginosa, salmonella, total aerobic mesophilic bacteria and staphylococcus parameters were examined and analyzed monthly.

Total of 54 samples of 19 l are considered to have 52.7% of all)have regulations that are acceptable in terms of determined parameters limits. In 1, 3, 4 and 5 numbered samples among 35 samples showed a total growth of anaerobic microorganisms especially after two months of period in the limit values on particular esherichia coli, fecal coliform bacteria, Coliform bacteria, pseudomonas aeruginosa., While sample of numbered 2 maintaining compliance with the standards for a period of six months, the numbered 6 one was detected to be on the standards of total bacteria and coliform bacteria in the fifth and sixth months . Among the total of 36 single-use plastic packaged materials offered for sale within the bottled water sample 35 (97%) samples were considered to appropriate as a result of microbiological analysis.

As a result, bottled waters served to consumption are at the beginning microbiologically provided to be clean, but the consumption of time, depending on the operating conditions microbiological contamination was found to increase.

Key Words: Packaged Water, Microbiological Quality, Water Pollution, Membran Filtration, *E. Coli*

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Hidrolik döngü.....	3
Şekil 2. Yüzeysel akıntılar.....	4
Şekil 3. Türkiye’ de 2009 yılındaki su tüketimi (litre).....	12
Şekil 4. Türkiye’de su piyasasının yıllara göre büyüme oranı.....	12
Şekil 5. Türkiye’ de ambalajlı su tüketimin bölgelere göre dağılımı (%)......	13
Şekil 6. 19 L Damacana suların toplu görünümü.....	35
Şekil 7. Membran filtrasyon yönteminin uygulama adımları.....	36
Şekil 8. 250 mL de Üreyen toplam koliform bakteri.....	37
Şekil 9. 1 mL de Üreyen toplam bakteriler.....	39
Şekil 10. 1. Numunede 3 aylık periyotta üreyen bakteri dağılımı (güneş ışığında).....	41
Şekil 11. 2. Numunede 3 aylık periyotta üreyen bakteri dağılımı (güneş ışığında).....	42
Şekil 12. 3. Numunede 3 aylık periyotta üreyen bakteri dağılımı (güneş ışığında).....	43
Şekil 13. 4. Numunede 3 aylık periyotta üreyen bakteri dağılımı (güneş ışığında).....	44
Şekil 14. 5. Numunede 3 aylık periyotta üreyen bakteri dağılımı (güneş ışığında).....	45
Şekil 15. 6. Numunede 3 aylık periyotta üreyen bakteri dağılımı (güneş ışığında).....	47
Şekil 16. 1. Numunede 6 aylık periyotta üreyen bakteri dağılımı (serin yerde).....	48
Şekil 17. 2. Numunede 6 aylık periyotta üreyen bakteri dağılımı (serin yerde).....	50
Şekil 18. 3. Numunede 6 aylık periyotta üreyen bakteri dağılımı (serin yerde).....	51
Şekil 19. 4. Numunede 6 aylık periyotta üreyen bakteri dağılımı (serin yerde).....	53
Şekil 20. 5. Numunede 6 aylık periyotta üreyen bakteri dağılımı (serin yerde).....	54
Şekil 21. 6. Numunede 6 aylık periyotta üreyen bakteri dağılımı (serin yerde).....	55
Şekil 22. 1 Numaralı numunenin üreme performansı karşılaştırması.....	58
Şekil 23. 2 Numaralı numunenin üreme performansı karşılaştırması.....	58
Şekil 24. 3 Numaralı numunenin üreme performansı karşılaştırması.....	58
Şekil 25. 4 Numaralı numunenin üreme performansı karşılaştırması.....	59
Şekil 26. 5 Numaralı numunenin üreme performansı karşılaştırması.....	59
Şekil 27. 6 Numaralı numunenin üreme performansı karşılaştırması.....	59

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Dünya' daki su kaynaklarının dağılımı.....	8
Tablo 2. İnsani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmelik parametreleri.....	14
Tablo 3. Suyun içilmesi ile bulaşan hastalıklar.....	17
Tablo 4. Kolorimetrik yöntemle ph ölçümünde renk aralığı.....	22
Tablo 5. Klorlanmış Suların Koliform Bakteri Sayısına Göre Sınıflandırılması.....	24
Tablo 6. Toplam bakteri sayısına göre suların sınıflandırılması.....	29
Tablo 7. Analizlerde kullanılan besiyeri türleri.....	31
Tablo 8. Güneş ışığına maruz bırakılan 1 numaralı numunenin analiz sonuçları.....	40
Tablo 9. Güneş ışığına maruz bırakılan 2 numaralı numunenin analiz sonuçları.....	41
Tablo 10. Güneş ışığına maruz bırakılan 3 numaralı numunenin analiz sonuçları.....	43
Tablo 11. Güneş ışığına maruz bırakılan 4 numaralı numunenin analiz sonuçları.....	44
Tablo 12. Güneş ışığına maruz bırakılan 5 numaralı numunenin analiz sonuçları.....	45
Tablo 13. Güneş ışığına maruz bırakılan 6 numaralı numunenin analiz sonuçları.....	46
Tablo 14. Serin yerde muhafaza edilen 1 numaralı numunenin analiz sonuçları.....	48
Tablo 15. Serin yerde muhafaza edilen 2 numaralı numunenin analiz sonuçları.....	49
Tablo 16. Seri yerde muhafaza edilen 3 numaralı numunenin analiz sonuçları.....	51
Tablo 17. Serin yerde muhafaza edilen 4 numaralı numunenin analiz sonuçları.....	52
Tablo 18. Serin yerde muhafaza edilen 5 numaralı numunenin analiz sonuçları.....	54
Tablo 19. Serin yerde muhafaza edilen 6 numaralı numunenin analiz sonuçları.....	55

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Su, canlıların yaşam ortamları arasında sürekli dolanım halinde olan canlı varlıkların en önemli yaşam ögesidir (Alim,1998). İnsan yemek yemeden haftalarca canlılığını sürdürebilirken susuz ancak birkaç gün yaşayabilir. Kanın % 92'si, kemiklerin % 22'si, beyin ve kasların % 75'i sudur. Hücrelerin yaşamsal faaliyetlerinin ve vücut fonksiyonlarının yerine getirilmesi vücudun su dengesinin korunması ile mümkündür. Besin maddelerinin su vasıtasıyla doku ve hücrelere nakledilmesi, hücreler içindeki metabolizma olaylarının su ortamında yapılması, metabolizma artıklarının su ile dışarı atılması, hormonların, salgıların çok büyük bir kısmının su olması, vücutta ısı düzenlenmesinin su ile sağlanması, suyun insan hayatındaki rolü ve önemini gösteren örneklerdir (Demirer, 1995).

Suyu diğer besinlerden ayıran en önemli özelliği, diğer besinlerde tüketme öncesinde uygulanan arındırma işlemleri uygulanmadan, geldiği haliyle tüketiliyor olmasıdır. Bu nedenden dolayıdır ki tüketime sunulduğu hali ile son derece hijyenik vasıflarda, sağlıklı, kaliteli ve güvenli olmalıdır. Suda yüksek sayıda bakteri bulunması özellikle bebek ve çocuklarda enterik patojenlere yakalanma riskini oldukça artırmaktadır. Nitekim hijyenik kalitesi düşük nitelikli sular yüzünden dünyada yaygın olarak başlıca bulaşıcı diyarden dolayı yılda 1,7 milyon ölüm vakası yaşanmakta ve bunların % 90'ı çocuklarda görülmektedir ve bu vakaların hemen hemen hepsi gelişmekte olan ülkelerde yaşanmaktadır (URL-3, 2010).

Dünyada ve ülkemizde nüfus artışı, sanayileşme, artan enerji ihtiyaçları nedeniyle fosil yakıt tüketiminin artması, doğal afetler, orman yangınları, radyoaktif serpintilerden kaynaklanan büyük çevre sorunları nedeniyle doğal denge bozulmakta, bu durum su kaynaklarını olumsuz etkilemektedir. Son yıllarda yıkıcı etkileri daha fazla belirginleşen küresel ısınma olgusu nedeniyle yaşanan kuraklıklar zaten artan çevre sorunlarından olumsuz etkilenen su kaynaklarının hızla azalmasına ve giderek yetersizliğine neden olmaktadır. Ülkemizde köyden kente göç hareketlerinin devam etmesi şehirlerin hızlı büyümesine ve çeşitli çevre sorunlarına neden olmakta bu durum şehirlerin sürekli artan içme-kullanma su ihtiyaçlarının temin edildiği su havzalarının bozulmasına ve daralmasına neden olmakta ve bu havzalardan temin edilen sular yetersiz kalmaktadır (Demirer, 1995).

Tarifi yapılan bu ortamda gerek Dünya’da gerekse ülkemizde insanların ihtiyaç duyduğu güvenilir ve sağlıklı olan ambalajlı sulara talep giderek artmaktadır. Türkiye’de artık ambalajlı su tüketimi çok uzun zamandan beri bir lüks olmaktan çıkmıştır. Şebeke sularına olan güvensizlikten dolayı, vatandaşlarımız, gelir durumu ne olursa olsun sağlıklı ve temiz içme suyu ihtiyacını karşılayabilmek için ambalajlı suları yoğun biçimde tüketmektedir.

Sağlıklı ve güvenilir bir içme suyunun temin edilerek tüketiciye ulaştırılması toplum sağlığı için son derece önemlidir. Bu bağlamda halka arz edilen içme ve kullanma sularının ilgili yönetmeliklerde belirtildiği şekli ile fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi kontrol altında tutulmalıdır.

1.2. Yeryüzündeki Suların Oluşumu ve Dağılımı

Dünyada su hareket eder, formu değişir, bitkiler ve hayvanlar tarafından kullanılır, fakat gerçekte asla yok olmaz. Buna Hidrolojik Döngü denir. Su çevrimini harekete geçiren güneş, okyanuslardaki suyu ısıtır, ısınan su da atmosfere buharlaşır. Yükselen hava akımları, su buharını atmosfer içinde yukarıya kadar taşır, orada bulunan daha soğuk hava bulutlar içinde yoğunlaşmaya sebep olur. Hava akımları, bulutları dünya çevresinde hareket ettirir, bulut zerrecikleri bir araya gelerek, büyürler ve yağış olarak gökyüzünden düşerler. Bazı yağışlar, kar olarak dünyaya geri döner ve donmuş su kütleleri halinde binlerce yıl kalabilecek olan buz tepeleri ve buzullar şeklinde birikebilir. Yağışın çoğu okyanuslara ya da toprağa düşerek yerçekiminin etkisiyle yüzey akışı olarak akar. Akışın bir kısmı vadilerdeki nehirlerle karışır ve buradan da nehirler vasıtasıyla okyanuslara doğru hareket eder. Yüzey akışları ve yeraltı menşeli kaynaklar tatlı su olarak göllerde ve nehirlerde toplanır. Bütün yüzey akışları nehirlere ulaşmaz, akışın çoğu sızarak yeraltına geçer. Bu suyun bir kısmı yüzeye yakın kalır ve yeraltı suyu boşaltımı olarak tekrar yüzeydeki su kütlelerine katılır. Bazı yeraltı suları yer yüzeyinde buldukları açıklıklardan tatlı su kaynakları olarak tekrar ortaya çıkarlar. Sığ yeraltı suyu, bitki kökleri tarafından alınır ve yaprak yüzeyinden terlemeyle atmosfere geri döner. Yeraltına sızan suyun bir kısmı daha derinlere gider ve çok uzun zaman süresince büyük miktarda tatlı suyu depolayabilen akiferleri besler. Zamanla bu su da hareket eder ve bir kısmı su döngüsünün başladığı ve bittiği okyanuslara karışır (DSİ, 2001). Su döngüsünü oluşturan basamaklar aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 1. Hidrolik döngü

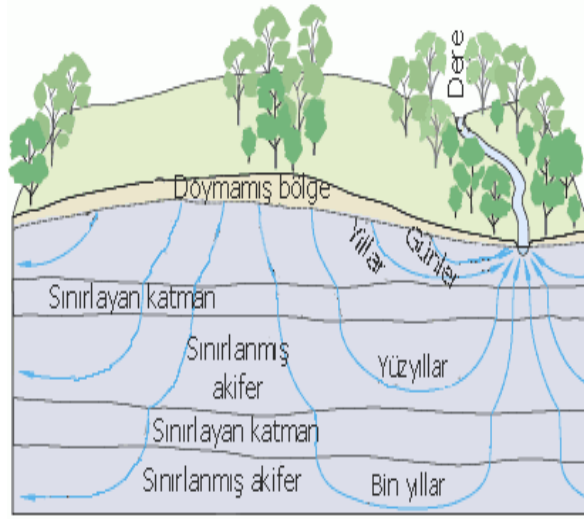
Suyun buhar formundan sıvı formuna değişim süreci yoğunlaşmadır. Havadaki su buharı konveksiyon yardımıyla artar. Ilık-nemli hava yükselirken soğuk hava aşağı doğru hareket eder. Ilık hava yükseldikçe sıcaklığı azalır enerjisini kaybettiğinden gaz halden sıvı veya katı hale geçer. Yoğunlaşma bulutları oluşturduğu için su döngüsü bakımından önemlidir.

Yağmur, sulusepken kar, kar veya dolu olarak bulutlardan salınan su yağıştır. Atmosferde yoğunlaştığı, atmosferik hava akımında kalmasının zorlaştığı durumda su buharından sonra yağış meydana gelir.

Dünya yüzeyine erişen yağışların bir kısmı toprağa sızar ve yeraltı sularını meydana getirirler. Toprağa sızan su miktarı, toprağın eğimi, bitkilerin tipi ve miktarı, toprağın su ile doymun olup olmamasına bağlı olarak değişir. Süzölen suyun bir kısmı toprak katmanı içinde kalabilir ve tekrar o katmandan kara yüzeyine çıkarak akarsuya kavuşabilir. Suyun bir kısmı da yüzey altında daha derine süzölecek ve altı akiferlerin tekrar dolmasını sağlayacaktır. Şayet akiferler, suyun içinden serbestçe hareketine izin verecek kadar gözenekli ya da sığ iseler, insanlar akiferleri delebirlirler ve kendi amaçları için kullanabilir. Okyanus ya da

dereler gibi su kütlelerine katılmadan, ya da yüzeye çıkmadan önce, uzun mesafe hareket edebilir veya yeraltı su depolamasında uzun süre bekleyebilir.

Çok fazla yağış olduğunda, toprak suya doyar ve suyun fazlasını alamaz. Kalan su toprağın yüzeyinden akar. Yüzeysel suları çaylara, derelere ve nehirlere akar. Yüzeysel suları daima daha alçak noktalara doğru taşınır, dolayısıyla okyanuslara karışır.



Şekil 2. Yüzeysel akıntı

Büyük miktarlarda su yeraltında depolanır. Yeraltı suyunun çoğu kara yüzeyinden aşağı doğru süzülen yağıştan meydana gelir. Muhtelif zamanlarda içerisinde değişen miktarlarda su bulunan toprağın üst yüzeyi doymamış katmandır. Bu tabakanın altında kaya parçacıklarının arasındaki bütün boşluk, çatlak ve gözeneklerin tamamen su ile dolu olduğu doymuş yüzey vardır. Yeraltı suyu deyimini bu alanı tanımlamak için kullanılır. Yeraltı suyu için diğer bir deyim "akifer"dir. Akiferler, tüm dünya suyunun büyük depolama yeridir ve tüm dünya üzerindeki insanların günlük yaşamlarının su ihtiyacı yeraltı suyuna bağlıdır.

Bitkilerin nemlenmesi ile ve toprağın buharlaşmasıyla oluşan su buharlaşmadır. Evapotranspiration, atmosfere yeniden giren su buharıdır. Evapotranspiration, buhar olarak atmosfer içinde artmaya başlayan su moleküllerinin neden olduğu güneş enerjisinin suyu ısıttığı durumda oluşur.

1.2.1. Suların Sınıflandırılması

Yüzey suları: Nehir, göl, deniz, baraj gibi atmosfere ve çevresel etkilere açık sulardır. Mevsimler ve yağış gibi yüzey olaylarından büyük ölçüde etkilenirler.

Kaynak suları: Mevsimler, yağış gibi olaylardan büyük ölçüde etkilenmeyen ve özelliklerinde fazla değişiklik olmayan yeryüzüne kendiliğinden çıkan veya çıkarılan derin yeraltı sularıdır. Doğal mineralli sular ve kaynak suları, su çevrimi sırasında yeraltı meteorolojik sular ile magma kaynaklı suların değişik oranlarda karışması ile oluşurlar. Bu doğal süreçte, yeraltında farklı biçimlerde rezervuarlarda mineralli su depolanır. Uygun kırık hatları veya jeolojik yapılar olan bölgelerde yeraltındaki mineralli sular kendiliğinden yeryüzüne çıkarak doğal mineralli su kaynaklarını oluştururlar. Doğal mineralli su ile doğal kaynak suyunu ayıran temel özellik çözüldükleri toplam katı madde miktarı ile ifade edilir. Doğal mineralli sular 500 – 1000 mg/L üzerinde toplam çözülmüş katı madde içerirken doğal kaynak suları 500 mg/L altında toplam çözülmüş katı madde içerir (Kussmaul, 1998; WHO, 2006).

Kuyu Suları: Kuyu suları yeryüzünün daha üst katmanlarında yer alan ve yeryüzüne sondajla çıkarılan sulardır. Su kaynakları her hangi bir kaya çeşidi içinde oluşabilir fakat genellikle kolayca kırılan ve asidik yağış tarafından çözülebilen malzemeler (çoğunlukla kireç taşı, dolomite) içinde bulunur. Kaya çözüldükçe ve kırıldıkça suyun akışına imkân sağlayan boşluklar meydana getirebilir. Eğer akış yatay ise su, kaynak olarak kara yüzeyine çıkabilir. Kuyu sularının içerisinde sağlığa zararlı maddeler bulunabileceğinden, içme suyu, kullanma suyu veya sulama suyu gibi amaçlarla kullanmadan önce analizleri yapılarak muhakkak özellikleri belirlenmelidir.

Artezyen Kuyu Suyu: İçerdiği su seviyesi yeraltındaki su katmanının en üst seviyesinden yüksek olan ve sınırlandırılmış su katmanı olarak adlandırılan su katmanını delerek elde edilen kuyu suyudur. Artezyen kuyusu basınçlı su içerir. Bu kuyu ismini Avrupa'da 1126 yılında açılmış en eski kuyuya sahip olan Fransa'nın Artois bölgesinden alır. Kuyu açılarak bu suya ilk ulaşıldığında basınç etkisiyle su fişkirir. Daha sonra suyun toprak seviyesinde akışı devam eder veya etmeyebilir.

Maden suyu: Jeolojik ve fiziksel olarak koruma altında tutulan yeraltı sularından kuyu açılarak veya kaynaktan doldurularak elde edilmiş, çözülmüş katı madde içeriği toplam 250 ppm'den daha az olmayan sulardır. Çözülmüş mineral tuzları, elementler ve gaz içerirler. Mineralli suları diğer sulardan ayıran özellik, kaynağından elde edildiği anda spesifik miktar

ve oranlarda mineraller ve iz elementler içermeleridir. 500 ppm'den daha az mineral içerenlere “düşük mineralli su”, 1500 ppm'den daha fazla içerenlere “yüksek mineralli su” denir.

İçme ve Kullanma Suları: İçmek, yemek yapmak için kullanılan veya gıda maddelerinin hazırlanmasında gıda ile temas eden veya temizlik amacıyla kullanılan sulardır.

İşlenmiş Su: Suyu belirli kimyasal, fiziksel, biyolojik özellikler kazandırmak için ham suyun arıtılmasıyla elde edilen sulardır.

Şişe Suyu: Güvenli ve uygun antimikrobik maddeler haricinde hiçbir madde ilave etmeden doldurulmuş, şişelerde veya başka kaplarda muhafaza edilen, insan tüketimine uygunsulardır.

Gazlı Şişe Suyu: İşlendikten ve karbondioksiti yerine konduktan sonra kaynağından elde edildiği andaki ile aynı miktarda karbondioksit içerir hale getirilmiş olan sulardır.

1.2.2. Dünya’ daki Su Kaynaklarının Durumu

İnsanlığın sorunları açısından bakıldığı zaman 21. yüzyılın en önemli mücadelelerinden birisinin de dünya nüfusunun artan su ihtiyacını yeterli ve güvenli şekilde karşılamak olduğu görülecektir. Dünyadaki içilebilir su kaynakları eşit şekilde dağıtılmamıştır ve su sorunu bölgeye göre farklılık göstermektedir. Güvenli içme suyu temin edilen alanların kirlilik gibi dış etkenlerden çabuk etkileniyor olması, su kaynaklarının korunması konusunu özellikle suyun kit olduğu bölgelerde hayati bir konu haline getirmektedir.

Tüm yeraltı su rezervinin küçük bir bölümü içme, kullanma ve endüstri suyu sağlanmasında büyük bir bölümü ise sulamada kullanılmaktadır. Günümüzde artan su gereksinmesinin karşılanmasında yerüstü su kaynakları daha geniş ölçüde kullanılmaktadır. Kolay kirlenir nitelikteki yerüstü kaynaklarının bu denli yoğun kullanımı özellikle halk sağlığı açısından çok daha duyarlı olunmasını, su kaynaklarının titizlikle korunmasını ve özenle arıtılmasını gündeme getirmektedir. Bu nedenle yerüstü kaynaklarına göre daha zor kirlenebilir yeraltı su kaynakları kullanımı yaygınlaşmaktadır (URL-2, 2010).

Tablo1’de görüleceği gibi Dünya mevcut toplam suyun yaklaşık 1.386.000.000 kilometre küpün % 96’dan fazlası tuzlu sudur. Bütün tatlı su kaynaklarının % 68’inden fazlası buz ve buzulların içinde hapsedilmiştir. Tatlı suyun diğer % 30’u ise yeraltındadır. Nehirler, göller gibi yüzeysel tatlı su kaynakları, dünyadaki toplam suyun yaklaşık % 1’inin 1/150’ü

olan 93.100 kilometre küpünü oluşturur. Bununla birlikte insanların her gün kullandığı su kaynağının çoğunu nehirler ve göller teşkil etmektedir (National Geograpic, 2001).

Dünyada bir yılda kullanılan tatlı suların toplamı ise 3.800 km³ civarındadır. Bu suların yaklaşık % 70'i tarımsal, % 20'si endüstriyel ve % 10'u ise evsel olarak kullanılmaktadır. Söz konusu toplam tatlı su kullanımı içinde gıda ve içecek sanayilerinin (şişelenmiş su dâhil) payı sadece % 0,18 kadardır. Yüzeysel su kaynaklarının kullanılması daima makul düzeyde yatırımları ve tecrübeli potansiyeli gerektirir. Bu yüzden su kaynakları sadece yeraltı sularının uygun olmadığı veya bulunamadığı zaman kullanılmalıdır (Hapçioğlu, 1997; İpek, 2000; WHO, 1997).

1.3. Dünya'da ve Türkiye' de Su Tüketimi

Su vücudumuzdan sindirim, terleme ve nefes alma yoluyla sürekli eksilmektedir. Temel prensip olarak kaybolan su miktarı mutlaka yerine konmalıdır ve yaklaşık olarak bir gün içerisinde vücut ağırlığının en az 1/36'sı kadar su alınmalıdır. Dünya Bankası verilerine göre sağlıklı bir yaşam için yılda kişi başına 36 – 72 m³ suya ihtiyaç vardır. Buna sulama, sanayi ve enerji üretimi eklenince insan hayatı için gerekli olan su miktarı kişi başına yılda 1.000 m³'e yükselmektedir (URL-3, 2010). Su kaybının insan vücudu üzerindeki etkilerini aşağıdaki şekilde açıklamak mümkündür (National Geograpic, 2001).

- % 1: Susuzluk hissi, ısı düzeninin bozulması, performans azalması,
- % 3: Vücut ısı düzeninin iyice bozulması, aşırı susuzluk hissi,
- % 4: Fiziksel performansın % 20–30 düşmesi,
- % 5: Baş ağrısı, yorgunluk,
- % 6: Halsizlik, titreme,
- % 7: Fiziksel aktivite sürerse bayılma,
- % 10: Bilinç kaybı,
- % 11: Olası ölüm,
- % 12: % 97 ölüm.

Su tüketimi çok hızlı bir şekilde artarken dünyada çevre kirliliği ve sanayileşmeden dolayı temiz su kaynakları hızla azalmaktadır. 1950 Yılında kişi başına düşen su miktarı 16.800 m³ iken bu miktar 2000 Yılında 7.300 m³'e düşmüştür. Her yıl 250 milyon insan sudan kaynaklanan salgın hastalıklara yakalanmakta ve yaklaşık 10 milyon kişi hayatını

kaybetmektedir. BM 22 Mart Dünya Su Günü (2005) dolayısıyla yaptığı açıklamada kirli suya bağlı sebeplerden dolayı Dünya’da her gün 4 bin çocuğun (20 saniyede 1 çocuğun) öldüğü ve 400 milyon çocuğun da hayatta kalabilmek için ihtiyaç duydukları asgari temiz su imkânından yoksun oldukları belirtilmiştir. Az gelişmiş ülkelerde bir kişinin günlük içme, yemek pişirme ve temizlik için kullandığı su miktarı 10 litredir. Afrika ve Asya’daki bir kadın günde ortalama 6 km yol kat ederek evine 20 litre su taşımaktadır.

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ‘nın 2002 Yılında yayınladığı 3. Küresel Çevre Raporu’na göre dünyada 2,4 milyar insan ise güvenli atık su arıtma hizmetinden yoksundur. USİAD (Ulusal Sanayici ve İşadamları Derneği) 2006 raporuna göre, Dünya genelinde sağlıklı suya erişen nüfusun toplam nüfusa oranı % 82’dir. Sanayileşmiş ülkelerde bu oran % 99’a kadar çıkarken, gelişmekte olan ülkelerde % 66 civarında seyretmektedir. Türkiye’de ise bu oran % 93’tür. İçme suyu bakımından değerlendirildiğinde dünya nüfusunun yaklaşık % 20’sine karşılık gelen 1,4 milyar insan yeterli içme suyundan yoksun olup 2,3 milyar kişi sağlıklı suya erişememektedir.

Tablo 1. Dünya’daki su kaynaklarının dağılımı

Su Kaynağı	Kilometreküp Olarak İfade Edilen Su Hacmi	Metreküp Olarak İfade Edilen Su Hacmi	Tatlı Su Yüzdesi	Toplam Su Yüzdesi
Okyanuslar Denizler ve Körfezler	1.338.000.000	321.000.000	--	96.5
Buz tepeleri, Buzullar ve Kalıcı Kar	24.064.000	5.773.000	68.7	1.74
Yeraltı suyu	23.400.000	5.614.000	--	1.7
Tatlı	10.530.000	2.526.000	30.1	0.76
Tuzlu	12.870.000	3.088.000	--	0.94
Toprak nemi	16,500	3,959	0.05	0.001
Zemin Buzu Ve Sürekli Don Olan Toprak	300,000	71,970	0.86	0.022
Göller	176,400	42,320	--	0.013
Tatlı	91,000	21,830	0.26	0.007
Tuzlu	85,400	20,490	--	0.006
Atmosfer	12,900	3,095	0.04	0.001
Bataklık suyu	11,470	2,752	0.03	0.0008
Nehirler	2,120	509,000	0.006	0.0002
Biyolojik Su	1,120	269,000	0.003	0.0001
Toplam	1.386.000.000	332.500.000	-	100

Türkiye bu kapsamda dünya çapında değerlendirildiğinde su sıkıntısı çeken ülkeler grubunda yer almamaktadır ancak kentleşme, sanayileşme ve nüfus artışı neticesinde nicelik açısından tatlı su kaynaklarında azalma ile karşı karşıyadır. Temiz su kaynaklarının hızla azalması, tüketim tercihlerinin değişmesi, sağlıklı yaşam konusundaki bilinçlenme ve mevsimsel etkiler Türkiye’de ambalajlı su tüketimini hızla arttırıyor. Fransa’da yıllık kişi başı ambalajlı su tüketimi 142, İtalya’da 176, İspanya’da 143 litre’dir. Türkiye’de kişi başına damacana ve paketlenmiş su tüketimi en son istatistiklere göre 96 litreye ulaştı. Bu tüketimin 70 litresini damacana su oluşturmaktadır. Yapılan istatistikler Türkiye’de evlerin yüzde 50–55’inde ambalajlı su kullanıldığını gösteriyor. Türkiye’de yılda 7 milyar litre ambalajlı su tüketiliyor. Küresel ısınma nedeniyle şebekelere yeteri kadar suyun verilmemesi verilse bile nehir sularının bulunduğu durumlar göz önüne alındığında Türkiye’de ambalajlı su tüketiminin artış potansiyeli olduğu görülmektedir.

1.4. Suların Kirlenme Sebepleri

Bir suyun canlı hayatın değişmesine yani aquatik hayatı etkileyecek düzeyde kirleticiler içermesine o suyun kirlenmesi denir. Su yağış olarak yeryüzüne dönerken havada bulunan bir takım gazlar, inorganik maddeler ve radyoaktif elementleri içerisine alır. Ayrıca toprak altına süzülmesi sırasında bir takım inorganik maddelerle karışır. Bazı endüstriyel atıklar yer üstü sızıntular, tarım ilaçları ve böcek ilaçları suya karışabilir. Toprak çatlaklarından lağım suları da karışabilir (Gleick, 1996; İpek, 2000; Sefcova, 1999). Su kirliliği aynı zamanda suyun normal durumundan ne kadar uzaklaştığını, halk sağlığına ve ekolojik dengeye etkilerini belirtir. Su ve su kaynaklarında yüksek sayıda koliform grubu bakteri bulunması özellikle bebek ve çocuklarda enterik patojenlere yakalanma riskini oldukça arttırmaktadır (Nwachuku, 2004). Dünya sağlık örgütü (WHO) verilerine göre, gelişmekte olan ülkelerde ortaya çıkan hastalıkların % 80’i içme suyundan kaynaklanmaktadır (Baklaya, 2004). Dünya Sağlık Örgütü yüzeysel sularda kirlenme etki yapabilecek unsurların sınıflandırılmasını aşağıda olduğu şekilde bildirmiştir (Uslu ve ark., 1987).

- a) Bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar
- b) Organik maddelerden kaynaklanan kirlenme
- c) Endüstri atıkları
- d) Yağlar ve benzeri maddeler

- e) Sentetik deterjanlar
- f) Radyo aktif bulaşmalar
- g) Pestisitler
- h) Yapay organik kimyasal maddeler
- i) İnorganik tuzlar
- j) Yapay ve doğal tarımsal gübreler
- k) Atık ısı (tek geçişli soğutma suyu sistemlerine sahip termik santraller)

Kaynak sularının, kirlenme ve diğer olumsuz etkilerden korunması için, kaynak ortamı koruma alanı olarak belirlenmelidir. Bu alan tüm su toplama havzasını içermelidir (Güler ve ark, 1994). Yeraltı su kaynaklarının etrafındaki koruma bölgeleri kirlenmeye karşı pasif bir kalkan gibi işlem görür. Bu yüzden koruma bölgelerinin oluşturulması, uygun kalitedeki suyun elde edilmesinin teminatıdır (Kussmaul, 1997; WHO, 2006).

1.5. Ambalajlı Su Sektörü

1.5.1. Genel Yapısı

Kodeks Alimentarius Komisyonu tarafından yapılan tanıma göre 'şişelenmiş su', şişeler ya da benzer ambalajlar halinde, insanların tüketimi için hazırlanmış sulardır. Paketlenmiş içme suları Dünya Sağlık Örgütünün İçme Suyu Kalite Yönergesi'yle uyumlu olmalıdır. İki ana kategoriye ayrılırlar:

1. Doğal Mineral Sular: Bunlar orijinal özellikleri değiştirilmeksizin şişelenen sulardır. Daima spesifik orijinal kaynaklarında paketlenirler.

2. Doğal Mineral Suları Dışında Kalan Sular: Bunlar da kendi içlerinde iki grupta ayrılır:

a) Orijinine Göre Tanımlanan Sular: Özel çevre kaynaklarından gelen, kamusal su sistemlerinden geçmeyen ve bu şekilde pazarlanan sulardır. Orijinlerinden hareketle konulan kimi isimlerle tanınırlar. Bu sular için kimi seçme işlemler dışında herhangi bir modifikasyon gerçekleştirilemez. Söz konusu seçme işlemler ise çözülmüş gazların eliminasyonu ya da azaltılması, karbon dioksit ilavesi, demir, manganez, sülfür, karbonat gibi istikrarsız içeriklerin azaltılması ya da eliminasyonu, hava-oksijen-ozon ilavesi, ısı değişikliği, radyoaktivitenin standartlaştırılması için elementlerin ayrıştırılması ve azaltılması,

antimikrobik işlemlerdir. Bu işlemler orijinal ve temel fizyokimyasal karakteristikleri değiştirmemelidir.

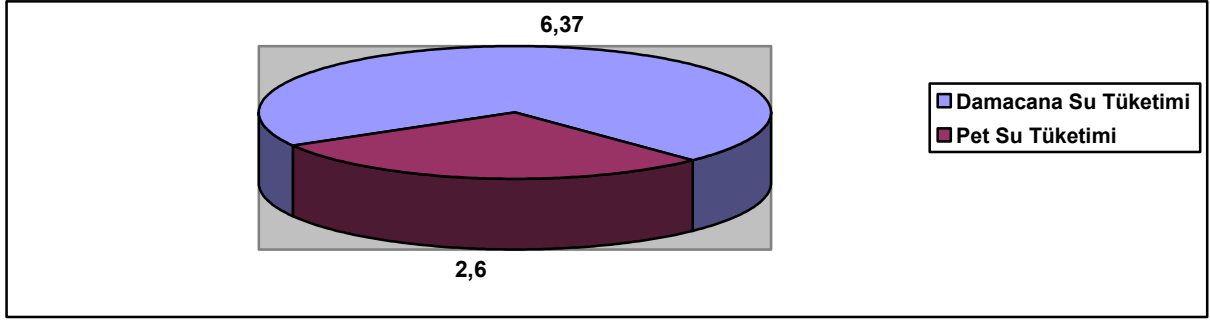
b) Hazır Sular: Orijinine göre tanımlanan sular arasına girmeyen tüm diğer paketlenmiş sulardır. Değişik türde işleminden geçirilen veya mineral katılan her çeşit su kaynağından gelebilirler. Belli bir çerçevede florid de ilave edilebilir.

Türkiye, 1990'lı yılların başından itibaren özellikle büyük şehirlerde temelde altyapı eksikliklerinin neden olduğu önemli bir su sorunu ile karşı karşıya gelmeye başladı. İstanbul başta olmak üzere özellikle nüfus yoğunluğu olan Büyükşehirlerde, altyapı yetersizliklerinden dolayı şebeke borularında % 60'a varan oranlarda su kaçağının olması ve yakın bölgelerdeki su havzalarından su getirilmesi için gerekli olan yatırımlarda geç kalınması neticesinde belediyeler halkın su ihtiyacını karşılayamaz duruma düştüler. Türkiye'de özellikle son 3-4 yılda ambalajlı su tüketimi büyük bir artış göstermiştir. Bunda en büyük pay sahibi, 18.04.1998 tarihinde su istasyonlarından açık su satımının Sağlık Bakanlığı'na kesin olarak yasaklanmasından sonra açık suya alternatif olarak ortaya çıkan ve artık pek çok ofis veya evde kullanılan 19 L polikarbonat damacana ambalajıdır. O tarihe kadar açık su satan su istasyonları açık su pazarındaki rekabet nedeniyle zaten büyük çapta su satışlarını eve teslim hizmeti ile bütünleştirmiş durumdaydı. Yasağın başlamasıyla aynı dağıtım kanalından mevcut kayıtlı abonelere ambalajlı 19 L damacana suyun ulaşması ve hızla yaygınlaşması mümkün oldu. Şu anda en büyük pazar olan Marmara Bölgesi'nde işletilen su kaynaklarının büyük bir kısmı Bursa ve Adapazarı civarlarındadır. Sahip olduğu doğal yapısı ve su kaynakları sayesinde Doğu Karadeniz bölgesi de su sektörüne hareket kazandıran bölgelerden biri konumundadır.

1.5.2. Rakamsal Büyüklüğü ve Sektörel Payı

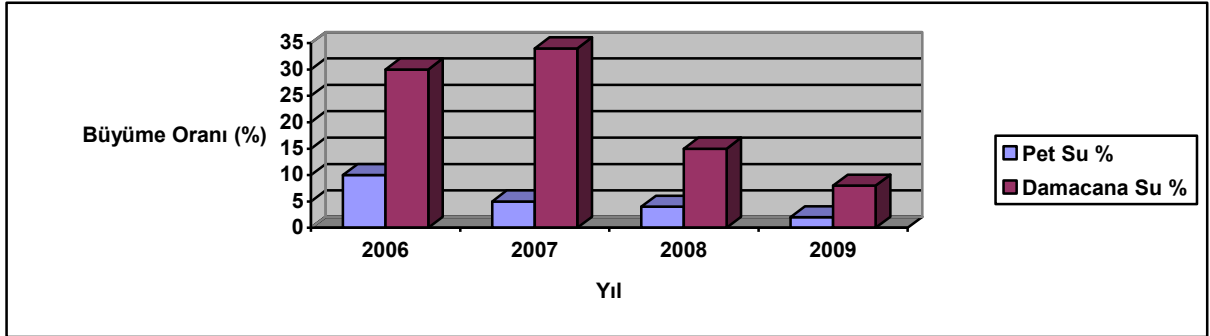
Türkiye' de su sektörü 2006 senesinden itibaren çok hareketli olmakla beraber damacana piyasası büyümesini sürdürürken (% 10), asıl patlama pet su pazarında oldu. Bu sektör perakendede % 30'un üzerinde büyüdü. 2007 Yılında damacana su pazarında yıllık % 5, pet su perakende pazarında % 34, pet su ev dışı tüketim kanalında ise % 20 büyümüştür. 2007 Yılında pazarda 8,11 milyar litre şişelenmiş su satıldı. Tonaj olarak damacana su toplamının % 74' ünü, diğer ambalajlı sular ise % 26' sını oluşturmuştur. Sektördeki toplam ciro ise yaklaşık 2,5 milyar TL'ye ulaşmıştır.

2008 Yılında da su sektöründeki hızlı büyümenin aynı ivmeyle devam ettiği görülmüştür. 2008 Yılında Türkiye’de su pazarı hacmi 8,7 milyar litreye ulaşmış ve bu hacmin 6,26 milyar litresinin % 4’lük büyüme ile damacana su satış kanalından, 2,4 milyar litresinin de % 15’lik büyüme ile pet su satış kanalından gelmiştir.

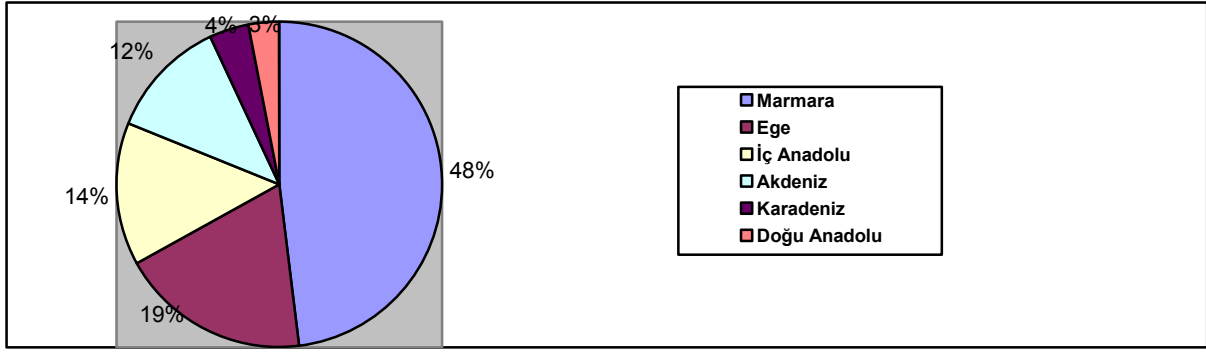


Şekil 3. Türkiye’de 2009 yılındaki damacana su ve pet su tüketimi (litre)

2009 yılında ise sektör hacmi 6,37 milyar litre damacana su, 2,6 milyar litre de pet su olacak şekilde genişlemiştir (Şekil 3).



Şekil 4. Türkiye’de damacana su ve pet su piyasasının yıllara göre büyüme oranı



Şekil 5. Türkiye’ de ambalajlı su tüketiminin bölgelere göre dağılımı (%)

Şekil 5’ de görüldüğü üzere Türkiye’ de Bölgelere göre tüketim oranı ise Marmara yüzde 48, Ege yüzde 19, İç Anadolu yüzde 14, Akdeniz yüzde 12, Karadeniz yüzde 4, Güneydoğu Anadolu yüzde 3 şeklindedir (Yüzer, 2001).

1.5.3. İlgili Mevzuatlar ve Standartlar

İnsan sağlığı açısından içme ve kullanma sularının tüm dünyada belli kriterlerde olması gerekmektedir. İçme suyu içilebilir özellikte, kokusuz, renksiz ve berrak olmalı, toksik madde ve insan sağlığı için zararlı bakteriler içermemelidir (Köksal, 1999).

8.10.1997 Tarihli ve 23144 sayılı Resmi gazete’de yayımlanan içilebilir nitelikteki suların istihsalı, ambalajlanması, satışı ve denetlenmesi hakkında yönetmelik yürürlükten kalkarak 98/83/EC sayılı insani tüketim amaçlı sular hakkında direktif ile uyumlu olarak hazırlanan 17.02.2005 Tarih ve 25730 Sayılı “İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik ve 01.12 2004 Tarih ve 25657 sayılı “Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik” yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Günümüz itibari ile Sağlık Bakanlığı’ndan ruhsatlı olarak faaliyet gösteren bütün Ambalajlı Su üreticileri bu yönetmelikler kapsamında Ruhsatlarının uyumlaştırma işlemleri tamamlanmıştır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte belirtilen mikrobiyolojik parametre değerleri Tablo 2’de görülmektedir.

Ayrıca Türk Standartları Enstitüsünün 29 Nisan 2005 ve TS 266 Sayılı standardında içme sularında bulunması gereken fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler bulunmaktadır.

Tablo 2. İnsani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmelik (2005) parametreleri

İçme - Kullanma Suları İçin	
Parametre	Parametrik değer sayı/100 mL
<i>E. coli</i>	0/250 mL
Enterokok	0/100 mL
Koliform bakteri	0/100 mL
Kaynak Suları İçin	
Parametre	Parametrik değer sayı/ mL
<i>E. coli</i>	0/250 mL
Enterokok	0/250 mL
Koliform bakteri	0/250 mL
<i>P. aeruginosa</i>	0/250 mL
Fekal koliform bakteri	0/250 mL
Patojen Mikroorganizmalar	0/100 mL
Anaerob Sporlu Sülfat Redükte Eden Bakteriler	0/50 mL
Patojen <i>Staphylococlar</i>	0/100 mL
Kaynaktan alınan numunede maximum: 22 °C'de 72 saatte agar-agar karışımında koloni 37 °C'de 24 saatte agar-agar karışımında koloni sayısı	20/ mL 5/ mL
Ambalajlanmış sulara ambalajlandıktan sonra maksimum: (Numune, Ambalajlanmayı takiben 12 saat içerisinde alınmak ve 4 °C ± 1 °C de saklanmış olarak 22 °C'de 72 saatte agar-agar veya agar-jelâtin karışımında 37 °C'de 24 saatte agar-agar karışımında koloni sayısı	100/ mL 20/ mL

1.5.4. Ambalajlı Su ile İçme Suyu Arasındaki Farklılıklar

Tüketiciler tarafından ambalajlı suların sağlıklı ve emniyetli olduklarını düşünülür ve şişelenen su, çoğunlukla musluk suyuna bir alternatif olarak değerlendirilir. Aralarındaki farklılıkları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (WHO, 2006).

a) Ambalajlı sular, yönetmelik gereği ilk çıktığı haliyle temiz ve sağlıklı olmak zorundadır. İlave bir işleme gerek kalmaksızın direkt olarak suyu kaynağından içme olanağı sağlar. Suyun temizliği yeryüzüne ilk çıkış noktasından tam otomatik makinelerde şişeye

dolumuna ve kapatılmasına kadar çok sıkı kontrol altındadır. Diğer taraftan genel olarak suyun çeşmeye kadar olan yolculuğu farklıdır çeşme suyunda su kaynakları dereler şeklinde yüzey sularına dönüşmekte ve bu sular yüzeyden bulaşan her türlü kirletici unsurları da şıyarak toplanma havzalarına ya da barajlara gelmektedir. Bu şekilde toplanmış sular muhtelif filtreleme, klorlama ve dezenfeksiyon işlemlerinden geçirildikten sonra su şebeke boruları vasıtasıyla konutlara pompalanmaktadır. Bu proseslerde kullanılan klor gibi dezenfektanlar sağlık açısından uzun vadede kanserojen riskler taşımaktadır, ayrıca gerek binaya ulasan dış şebeke borularında ve gerekse bina içindeki iç şebeke borularında ve bina içi su depolarında var olabilecek her türlü yabancı madde, pas, toprak, parazit, mikrop ve virüsler gibi unsurlar da çeşme suyu içinde son tüketiciye ulaşabilmektedir.

b) Çeşme suyunda, özellikle su depoları önemli bir sorun kaynağıdır. Bizzat İSKİ yetkililerinin yaptığı araştırma neticesinde İstanbul'da su depolarının % 98'inin halk sağlığını tehdit edici boyutta kir ve mikrop barındırdığı tespit edilmiştir.

c) Ambalajlı Su, Sağlık Bakanlığı'nın çok sıkı olan yönetmelik hükümlerine göre ruhsat alındığı, sürekli denetim altında olduğu ve halk sağlığı açısından bir risk taşımadığı yönünde bir güvencenin var olduğu anlamını taşır. Diğer taraftan, çeşme suyunun geçtiği ortamlar dikkate alınırsa bu şekilde güçlü bir güvenceden bahsetmek mümkün değildir.

d) Genelde çeşme suları içinde taşıdığı klor gibi dezenfektanların etkisiyle rahatsız edici bir koku ve lezzete sahiptirler. Ambalajlı sularda ise bu tür sorunlar mevcut değildir.

e) Ülkelerin gelişmişlik seviyelerine göre bir kişinin ortalama günlük tükettiği su miktarı 50–100 litre arasında hesap edilmektedir. Bu miktarın günlük en fazla 3 litresi gıda amaçlı tüketilebileceğine göre geri kalan 47–97 litrenin kullanma amaçlı olacağı çok açıktır. Kamu idaresi kullanma ve içme suyunu ayrı şebekeler ile vatandaşa ulaştıramayacağına göre, teorik olarak, bir kamu idaresinin çeşmelerden ambalajlı su kalitesinde su akmasını sağladığını varsaysak dahi, aslında bu durum büyük bir kaynak israfı anlamı taşıyacaktır. Çünkü yüksek kalitede temin edilen çeşme suyu hem çok maliyetli olacak hem de % 95'i içme amaçlı değil kullanma suyu olarak kullanılarak israf edilmiş olacaktır.

1.6. Suyun İnsan Sağlığına Uygunluğunun İncelenmesi

Canlı yaşamında vazgeçilmez su, bazen yaşamı tehdit eden hastalıkların kaynağı olabilmektedir. Su insan yaşamında içme, temizlik ve bahçelerin, tarım alanlarının sulanması gibi amaçlarla kullanılmaktadır (Bryen, 1992; Demirer, 1995). Değişik aşamalarda bulaşmış

çeşitli mikroorganizma, organik ve inorganik bileşiklerle birçok hastalığın sebebi olabilir. Değişik yer ve zamanlarda ortaya çıkabilen kolera, tifo, dizanteri gibi büyük salgınlarda suyun oynadığı rolün ne kadar önemli olduğu artık herkes tarafından bilinmektedir. Tekniğine uygun şekilde projelendirilip inşa edilmeyen su temini tesislerinin işletilmesi sırasında hastalık yapan bakteriler suya girmekte ve bu suyu kullanan kişilere taşınmaktadır. İçme suyu ve kanalizasyon tesislerinin yeterli olmadığı az gelişmiş ülkelerde, zaman zaman ortaya çıkan kolera ve tifo iki önemli hastalıktır. İçme ve kullanma suyunda bulunan kirlenici maddeler zemine sızan kirli suların ve bilhassa iyi inşa edilmemiş kanalizasyon sistemlerinden karışabilir. Ayrıca iyi bir şekilde korunmamış memba ve kuyular çevredeki ziraat sahalarından ve fosseptik çukurlarından sızan pis sularla kirlenebilir (Ticker, 2004). Su ile ilişkili hastalıklar; sudan kaynaklanan hastalıklar, su yokluğundan kaynaklanan hastalıklar, suda yaşayan canlılarla bulaşan hastalıklar ve su ile bağlantılı vektörle yayılan hastalıklar olarak gruplandırılabilir. Sudan kaynaklanan hastalıklar; özellikle ılıman ve sıcak insan ve hayvan dışkıları ile kirlenen sularda ortaya çıkar. Aynı kaynaktan su alan insanların enfekte olması ile tifo, kolera, viral hepatit gibi salgınlar meydana gelir. Su kıtlığından kaynaklanan hastalıklarda, susuzluğa bağlı olarak kişisel hijyen bozulur. Vücudun, yiyeceklerin ve giysilerin yıkanmaması nedeni ile hastalık yayılma olasılığı artar. Bu tür suların içilmesi ya da kullanılması sonucu enfeksiyon oluşabilir. Su ile bağlantılı vektörlerle yayılan hastalıklarda ise, su birikintilerinde gelişen larvalardan çıkan sinekler, taşıdıkları patojen mikroorganizmalarla insanları enfekte ederler. Su ile bulaşan enfeksiyon hastalıklarında, etken ya içme yoluyla sindirim sistemine bulaşmakta veya bulaşık su ile temas sonrası deri enfeksiyonları oluşabilmektedir (Öz ve ark., 1996). Suyun kalitesi, potansiyel kullanımın belirlenmesinde temel kuraldır. Günümüzde suyun başlıca kullanım yerleri tarım ve endüstri alanlarıyla evsel gereksinimlerdir. Evlerde kullanılan su, sağlığa zararlı olan pestisitleri, hastalık yapan ajanları ve ağır metal gibi maddeleri içermemeli, tadı ve kokusu güzel olmalı, ayrıca su tesisatlarına ve ev aletlerine zarar vermeyecek kimyasal özelliklere sahip olmalıdır.

Sağlıklı ve güvenli içme suyu tüketimi sağlıklı ve güvenli içme suyuna erişebilme, her birey için temel bir insan hakkı ve evrensel bir tüketici hakkıdır. Bu nedenle içme suyuna her şeyden önce tüm insanların kolayca erişebilmesi gerekir. Kolay erişilebilir olması yanında suyun güvenli - sağlıklı olmasının sağlıklı bir toplum için temel bir gereklilik olduğunun ve bunun da temel bir kamu görevi olduğunun bilinmesi gerekir. Dünya Sağlık Örgütü ve üye ülkeler, “ Gelişme düzeyleri ne olursa olsun, her birey güvenli içme suyuna yeterli miktarda ulaşma hakkına sahiptir” tezini kabul etmiştir ve Dünya Sağlık Örgütü içinde hastalığa neden

olan gözle görülemeyen canlılar ve zararlı kimyasalların bulunmadığı suya da “güvenli su”, içinde yaşam için gerekli belli oranda mineralleri içeren suya da “sağlıklı su” demiştir. Günümüzde, sürdürülebilir olmayan üretim biçimi ve yine sürdürülebilir olmayan tüketim biçimi suyu daha kaynağında iken kirletmeye başlamış ve bu nedenle tüketicilerin sağlıklı ve de güvenli suya ulaşmaları da oldukça zorlaşmıştır ve gittikçe de zorlaşmaktadır. Bu nedenle, suyun kullanıma sunulmasından önce suyun sağlık için risklerinin belirlenmesi, riskleri giderecek her tür yasal ve teknik alt yapının oluşturulması, düzenlemelerin etkin şekilde uygulanması, tüketicilerin bilgilendirilmesi ve ciddi, sürekli denetimlere tüketicilerin de katılımlarının sağlanarak, ağır yaptırımların uygulanması, halk sağlığının korunması ve toplumun sağlıklı-güvenli suya ulaşmasının en önemli ve vazgeçilmez koşullarındandır. Bu bağlamda, günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık % 20’sinin güvenli içme suyuna erişemediği ve gelişmekte olan ülkelerde her yıl güvenli-sağlıklı su tüketemediği için milyonlarca insanın dizanteri vb. hastalıklardan öldüğü bilinmektedir. Yaş, cinsiyet, sağlık durumu, yaşam şartları ve kazanılmış bağışıklık gibi faktörlere bağlı olarak hastalığın ortaya çıkışı kişiden kişiye değişiklik gösterir. Su ile oluşan enfeksiyon hastalıklarında, etken ya içme yolu ile sindirim sisteminden bulaşmakta veya bulaşık su ile temas sonrası deri enfeksiyonları oluşmaktadır. Ayrıca bulaşık su aerosolleri de enfeksiyon için kaynak olabilmektedir (Öz ve ark,1996). Tablo 3’ de içme suyuyla bulaşan hastalıklar özetlenmektedir (Öztürk, 1999).

Tablo 3. Suyun içilmesi ile bulaşan hastalıklar

Organizmalar	Kaynak	İnkübasyon Süresi	Klinik Belirtiler	Süre
Bakteriler				
<i>Aeromonas Hydrophila</i>	Tatlı ve Tuzlu Su	8 - 48 Saat	Sektüvar Diyare	42 Gün
<i>Campylobacter Jejuni</i>	İnsan ve Hayvan Dışkısı	3 - 5 Gün	Akut Gastroenterit Kanlı ve Müküslü Dışkı	1-4 Gün
Enterohemorajik <i>Escherichia Coli</i> (0157:H7)	İnsan ve Hayvan Dışkısı	3 - 8 Gün	Sektüvar, Kanlı Diyare, Kusma, Hemolitik Üremik Sendrom	1-12 Gün
Enteroinvasiv <i>Escherichia Coli</i>	İnsan Dışkısı	1 - 3 Gün	Ateşli Dizanteri	1-2 Hafta
Entereropatogenik <i>Escherichia Coli</i>	İnsan Dışkısı	1 - 6 Gün	Sektüvar Diyare	1-3 Hafta

Tablo 3'ün devamı

Enterotoksijenik <i>Escherichia Coli</i>	İnsan Dışkısı	12 -72 Saat	Sektüvar Diyare	3 - 5 Gün
<i>Plesiomonas</i> <i>Shigelloides</i> <i>Salmonella Sp.</i>	Tatlı Su, Balık İnsan ve Hayvan Dışkısı	1 - 2 Gün 8 – 48 Saat	Kanlı ve Müküslü Diyare, Karın Ağrısı, Gevşek Sektüvar Bazen Kanlı Diyare	11 Gün 3-5 Gün
<i>Shigella</i>	İnsan Dışkısı	1 – 7 Gün	Ateşli Dizanteri	4-7 Gün
<i>Vibrio Cholerae O1</i>	İnsan Dışkısı	9 – 72 Saat	Sektüvar Diyare, Kusma, Dehidratasyon	3-4 Gün
<i>Non - O1 - Vibrio</i> <i>Cholerae</i>	İnsan Dışkısı	1 – 5 Gün	Sektüvar Diyare	3-4 Gün
<i>Yersinia</i> <i>Enterocolitica</i>	Hayvan Dışkısı Ve İdrarı	2 – 7 Gün	Karın Ağrısı, Müküslü Bazen Kanlı Diyare, Ateş	1-21 Gün
Parazitler				
<i>Balantidium Coli</i>	İnsan ve Hayvan Dışkısı	?	Karın Ağrısı, müküslü veya Kanlı Diyare	?
<i>Cryptosporidium</i> Sp.	İnsan ve Hayvan Dışkısı	1 -2 Hafta	Bol Sektüvar Diyare	4-21 Gün
<i>Entamoeba</i> <i>Histolytica</i>	İnsan Dışkısı	2 -4 Hafta	Karın Ağrısı, Müküslü veya kanlı diyare	Hafta, Ay
<i>Giardia Lamblia</i>	İnsan ve Hayvan Dışkısı	5 -25 Gün	Karın Ağrısı, gaz, gevşek, yağlı dışkı	1-2 Hafta Ay, Yıl
Helmintler <i>Dracunculus</i> <i>Medinensis</i>	Derilerden Çıkan Kurtçuklar	8 – 14 Ay	Kabarcık, infeksiyon bölgesine komşu eklemlerde lokalize artrit	Aylar
Viruslar				
<i>Astrovirus</i>	İnsan Dışkısı	1 – 4 Gün	Akut Gastroenterit	2 - 3 Gün
<i>Calicivirus</i>	İnsan Dışkısı	1 – 3 Gün	Akut Gastroenterit	1 - 3 Gün
Enteroviruslar (<i>Polioviru,</i> <i>Coxsackie ve</i> <i>Echovirus</i>)	İnsan Dışkısı	3 – 4 Gün / 5 -10 Gün	Menenjit, Ensefalit, Herpenjina, Plorodini, Konjunktivit, Diyare, Miyokardiopati,	Değişken
Hepatit A Virus	İnsan Dışkısı	15 – 50 Gün	Ateş, Sarılık, Karın Ağrısı, Bulantı	2 Hafta- 2 Ay
Hepatit E Virus	İnsan Dışkısı	15 – 65 Gün	Ateş, kırıklık, Sarılık, Karın Ağrısı, Bulantı	2 Hafta- 2 Ay
Norwalk ve Benzeri Viruslar	İnsan Dışkısı	1 – 2 Gün	Akut Gastroenterit, Bulantı, Kusma	12-48 Saat
Grup A Rotavirus	İnsan Dışkısı	1 – 3 Gün	Akut Gastroenterit, Bulantı, Kusma	5-7 Gün
Grup B Rotavirus	İnsan Dışkısı	2 – 3 Gün	Akut Gastroenterit	3-7 Gün

Birçok organizma halk sağlığını etkilemeden suda bulunabilir. Ancak bunların bazıları suyun tadını, kokusunu değiştirerek bulanıklık oluşturarak içilmek için uygun olmayan hale getirebilir. Her ne kadar suda bulunan birçok patojeni tespit etmek mümkünse de bu kompleks ve zaman alıcı bir işlemdir. Bu yüzden suları her olası mikroorganizma açısından incelemek pratik değildir (Demirtaş, 2001; Unat, 2001). Tüm Dünyada içme sularının mikrobiyolojik standardını belirleyen kuruluşlarda (International Organization for Standardization (ISO), American Water Works Association (AWWA), Us Public Health Organization European (WHO-E), United Kingdom Department of Health Organization International (WHO – I), United Kingdom Department of Health and Social Security indikatör mikroorganizmalar olarak koliform bakterileri almıştır. Koliform organizmaların dışında dışkı Streptokokları, *Clostridium Perfringes* de dışkı ile kirlenmeyi gösteren indikatör mikroorganizmalardır (APHA, 1989; WHO, 2006).

Bir suyun içilebilir yahut kullanılabilir olması için, bir takım özellikleri taşıması, diğer bir ifadeyle her yönüyle sağlık için uygun olması gereklidir. Suyun sağlıklı olup olmadığının anlaşılabilmesi, suyun fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin incelenerek, taşıyabileceği zararlı etkenlerin tespiti ile mümkündür. Suyun sağlığa uygunluğu üç grup altında toplanan özelliklerinin incelenmesi sonucunda belirlenir.

- 1- Suyun fiziksel özelliklerinin incelenmesi
- 2- Suyun kimyasal özelliklerinin incelenmesi
- 3- Suyun bakteriyolojik özelliklerinin incelenmesi

1.6.1. Suyun Fiziksel Özellikleri

Suyun sıcaklık, tat, koku, renk, bulanıklık, toplam katı madde, askıda katı madde, çökebilir katı madde, elektriksel iletkenlik, radyoaktivite yoğunluk ve vizkosite değerlendirilir.

1.6.1.1. Sıcaklık

Sıcaklık su kaynağındaki biyolojik, kimyasal ve fiziksel işlemleri etkiler. Böylece pek çok parametrenin konsantrasyonu değişir. Suyun sıcaklığı arttığında kimyasal reaksiyonların hızı ve sudaki maddelerin buharlaşması da artar. Suyun sıcaklığının artması ayrıca O, CO, N,

CH gibi gazların suda çözünürlüğünü azaltır. Sıcak sularda organizmaların solunum hızının artması oksijen tüketimini artırır ve organik maddelerin bozulmasına neden olur. Besleyici koşullar uygun olduğunda, çok kısa sürede hızlı artan bakteri ve fitoplanktonlar suyun bulanıklığının artmasına neden olur (DSİ, 2001).

1.6.1.2. Tat ve Koku

Suda bulunan canlı veya ölmüş haldeki mikroorganizmalar, çözünmüş halde bulunan hidrojen sülfür, metan ve karbondioksit gibi gazlar, organik maddeler, sodyum klorür ve demir bileşikleri, diğer elementlerin karbonat ve sülfat tuzları ile fenollü maddeler suya tat ve koku verirler. Tat genel olarak kokuyu meydana getiren nedenler sonucu ileri gelmektedir. Eriyik mineraller suya yalnız tat verdikleri halde koku vermezler. Çözünmüş gazlardan ileri gelen tat ve kokular havalandırma yolu ile giderilebilir (Yalçın ve Gürü, 2002).

1.6.1.3. Renk

Su içerisinde çözünmüş olan organik ve inorganik maddeler, yaşayan bitkisel canlılar, bazı mineraller, sanayi atıkları ile korozyon ürünleri sularda renk oluşmasına neden olur. Bu maddelerin zararlı mikroorganizmalar için uygun ortam oluşturması, aynı zamanda estetik ve psikolojik iticiliği nedeni ile suyun renginin giderilmesi gerekmektedir. Renk giderilmesi ozonlama, sedimantasyon (fiziksel çökeltme) ve filtrasyon işlemleri ile gerçekleştirilebilir.

1.6.1.4. Elektriksel İletkenlik

Suyun özelliği, içinde bulunan iyonların tipine ve konsantrasyona bağlıdır. Sudaki iyon konsantrasyonu arttıkça, iletkenlikte o oranda artar. İletkenlik, suyun içindeki eriyik haldeki toplam katı maddelerin konsantrasyonu açısından önemlidir (Yüzer, 2001). Su kaynağına kanalizasyon ve bazı endüstriyel atık sularının, sulama sularının deşarjı elektrik iletkenliğinin artmasına neden olmaktadır.

1.6.1.5. Bulanıklık

İçme ve kullanma sularının berrak olması, su hijyeni yönünden önemlidir. Suyun bulanıklığı, içtiği koloidal haldeki organik ve inorganik maddelerden ileri gelir. Organik maddeler arasında, patojen mikroorganizmalarda bulunabileceğinden dolayı bulanık sular daima şüpheli olarak kabul edilmelidir. Önceden bir temizleme işlemine maruz kalsa da, bulanık suların içilmemesi, işletme ve ev işlerinde kullanılmaması gerekir.

1.6.2. Suyun Kimyasal Özellikleri

Suyun pH, oksidasyon- redüksiyon potansiyeli, alkalinite veya asidite, setlik çözülmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, nitrojen ve klorür değerlerini kapsar (Tebbutt, 1977).

1.6.2.1 Suyun pH Değeri

pH bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir. Açılımı "Power of Hydrogen" (Hidrojenin Gücü)'dir. pH kavramı ilk kez Danimarkalı kimyager Soren Peder Lauritz Sorensen tarafından Laboratuvarı'nda 1909 Yılında tanımlanmıştır. pH değeri kolorimetrik ve elektrometrik olarak ölçülebilir.

Kolorimetrik ölçümlerde, renk, bulanıklık, yüksek tuz konsantrasyonu, koloidal maddeler, serbest klor, çeşitli yükseltgen ve indirgen maddelerin engelleyici rolü olabilir. Ayrıca karşılaştırma için hazırlanan renk standartlarında indikatör bozunabilir. İndikatörlerin renk değişimleri nedeniyle, numunenin pH değerinin ölçümünde tamponlanmış çözeltilere de uygulanması önerilir. Renk karşılaştırmaları için Helliğe, hidrokür gibi aletler kullanılır. Suyun kolorimetrik olarak pH miktarının tayini için kullanılan indikatörler çeşitlidir. İndikatörler pH değerinin belirli bir aralığında renk değiştirirler. Tablo 4' de pH ölçümünde renk aralıkları verilmektedir.

Tablo 4. Kolorimetrik yöntem ile pH ölçümünde renk aralığı

İndikatör Adı	pH Aralığı	Renk Değişimi
Brom Fenol	3.0–4.6	Sarı - mavi menekşe
Metil Orange	3.1–4.4	Kırmızı - Portakal
Brom krezol yeşili	3.8–5.4	Sarı - mavi
Metil kırmızısı	4.4–6.2	Kırmızı - sarı
Klorofenol kırmızısı	4.4–6.8	Sarı - kırmızı
Brom timol mavisi	6.2–7.6	Sarı - mavi
Fenol kırmızısı	6.4–3.0	Sarı - kırmızı
Krezol kırmızısı	7.2–8.8	Sarı - kırmızı
Timol mavisi	8.0–9.6	Sarı - mavi
Fenolftalein	8.2–10.0	Renksiz - kırmızı
Timolftalein	9.3–10.5	Renksiz - mavi

Suyun pH değeri pH-metre aleti kullanılarak elektrometrik yöntemle de ölçülür. Genellikle doygun kalomel (HgCl) elektrot tarafından referans potansiyeli meydana getirilmiş cam elektrot çifti çok kullanılan elektrotlardır. Cam elektrot sistemi 25 °C de 59,1 mv luk bir değişimde 1 pH birimlik değişmeye uğrar. Elektrotlar bir su içine daldırıldıkları zaman hidrojen iyonları konsantrasyonları ile ilgili olarak meydana gelen elektrik potansiyel farkına göre ayarlanmış alet üzerindeki göstergeden doğrudan doğruya suyun pH değeri okunur.

Suyun fazla alkali olması kokuşmanın varlığını gösterir. Suyun pH'sı nötr veya hafif alkali olmalıdır. Kaynak sularında pH 7,0 – 8,5, içme ve kullanma sularında pH 6,5 – 9,2 sınırları içinde olmalıdır (Demirer, 1995).

1.6.2.2. Çözünmüş Oksijen

Oksijen, doğal sularda kendi kendini temizleme süreçlerinde işlevleri olan organizmalar dahil, sucul yaşamın parçası olan tüm canlılar için gereklidir. Doğal sularda oksijen miktarı sıcaklık, tuzluluk, türbülans, akım, alg ve bitkilerin fotosentetik aktiviteleri ve atmosferik basınca bağlıdır. Oksijenin suda çözünürlüğü sıcaklık ve tuzluluk arttıkça azalır. Sıcaklık azaldıkça suyun çözünmüş oksijen tutma kapasitesi artar.

Sularda biyolojik solunum ve çeşitli organizmaların bozunması çözünmüş oksijeni düşürür. Atık deşarj konsantrasyonu yüksek organik madde ve besleyicilerin bakteriyolojik aktiviteler sonucu indirgenmesi çözünmüş oksijen konsantrasyonunun azalmasına neden olur. (DSİ, 2001).

Oksijen derişiminin doğal ya da antropojenik sebeplerle aşırı düştüğü durumlarda, çöken maddelerin çürümesinin bir sonucu olarak sediment- su ara yüzünde anaerobik koşullar meydana gelebilir (Chapman ve Kimstach, 1996).

1.6.3. Suyun Bakteriolojik Özelliklerinin İncelenmesi

Doğal ortamı oluşturan toprak, hava ve suyun çeşitli mikroorganizmalarla kirlenmesi ve dolayısıyla mikrobiyolojik yapının bozulması mikrobiyal kirlenmeyi, aynı ortamların mikroorganizmalarca kirlenmesi ise biyolojik kirlenmeyi tanımlar. Suda bulunan mikroorganizmalar; suda doğal olarak bulunan canlıları mikroorganizmaları, toprakta yaşayan mikroorganizmalar, insan ve hayvan bağırsak kaynaklı mikroorganizmalar olarak sıralanabilir;

Suda Doğal Olarak Bulunan Mikroorganizmalar: *Spirillum*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Chromobacter* türleri ile *Micrococcus* ve *Sarcina*'nın bazı türleri. Bu bakterilerin optimum üreme sıcaklıkları 25°C'nin altındadır.

Toprak Kökenli Mikroorganizmalar: Suyun toprak tabakalarından geçmesi sırasında ya da yağmurla toprağın yıkanması sonucu suya karışırlar. Bunlar; *Bacillus*, *Streptomyces* ve *Enterobacteriaceae*'nin saprofit üyeleridir. Bunlarında optimum üreme sıcaklıkları 25°C veya daha düşüktür.

İnsan ve Hayvan Kökenli Mikroorganizmalar: Başlıcaları; *E. coli*, *Streptococcus*, *Faecalis*, *Clostridium perfringens* ve diğer bağırsak patojenleridir.

Suların analizinde farklı mikroorganizma grupları aranır ya da sayılır. Mikroorganizma gruplarına göre kullanılan standart yöntemlerde ve özellikle besiyerlerinde değişiklik olur. Aşağıdaki su mikrobiyolojisi açısından önemli mikroorganizmalar ve standart analiz yöntemleri hakkında genel bilgiler verilmiştir.

1.6.3.1. Koliform Bakteriler

Koliform grubu bakteriler tanım olarak, *Enterobacteriaceae* familyasına ait gram negatif, fakültatif anaerobik, spor oluşturmeyen, çubuk şeklinde ve laktozu 35 – 37 °C de 24–48 saatte asit ve gaz oluşturarak fermente eden beta galaktozidaz aktivitesi gösteren oksidaz negatif bakterilerdir. Bu bakteriler grubunda *Escherichia coli*, *Enterobacter*,

Serratia, *Citrobacter* ve *Klebsiella* cinslerine ait türler bulunmaktadır (Alim,1998). Koliform grubu mikroorganizmaların hepsi dışkı kökenli değildir. Sadece *E. Coli* doğrudan bağırsak kökenlidir ve dışkı ile kirlenmeyi gösterme bakımından en güvenilir olanıdır. Grubun diğer üyeleri toprak ve bitki kökenli olabilmektedir. Hem dışkıda hemde çevrede bulunabilen bu bakteriler fekal kontaminasyon olmadan da suda bulunabileceğinden, patojen mikroorganizma varlığına delil sayılmazlar (WHO, 2006). Koliform bakteri normal insanlarda hastalık yapmaz, ancak bağışıklık sistemi baskılanmış kişilerde veya küçük çocuklarda hastalığa neden olabilir. Koliform bakterilerin doğal yaşam yerleri kalın bağırsaktır. Koliform bakterinin klinik belirtileri sekretuvar, kanlı diyare, kusma, ateşli dizanteri, hemolitik üremik sendromdur. İçme sularında koliform bakteri bulunması, yetersiz arıtma, depolama ve dağıtım esnasında bir kontaminasyon olduğu düşünülmelidir (Altinkum, 1996). Birçok ülke çeşitli amaçlarla kullanılan sularda belirli miktarda koliform bakteri bulunabileceğini kabul etmiştir. Örneğin İngiltere’ de klorlanmış sular koliform bakteri sayısına göre dört sınıfa ayrılmıştır.

Tablo 5. Klorlanmış suların koliform bakteri sayısına göre sınıflandırılması

100 mL deki Koliform Sayısı		
Sınıf 1	Çok İyi	0
Sınıf 2	Uygun	1 – 3
Sınıf 3	Düşündürücü	4 - 10
Sınıf 4	Uygun Değil	10’ dan Fazla

T. C. Sağlık Bakanlığı tarafından 17 Şubat 2005 tarih ve 25730 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, koliform grup ve *E. coli* ‘nin membran filtrasyon tekniği ile analizini hükme bağlamıştır. Koliform grup bakteriler ve *E. coli* için Chromocult NKS, Endo NKS, MFC NKS, Teepol NKS, MacConkey NKS, ECD, NKS besiyerleri kullanılabilir.

1.6.3.2. Fekal Koliform Bakteriler

Koliform grubu bakterilerden laktozu 44–45 °C de fermente ederek asit ve gaz oluşturan bakteri türü fekal koliform bakteri olarak adlandırılır. *Escherichia* cinsi ile *Klebsiella* ve *Enterobacter* cinslerine ait bazı nadir suşlar bu gruba girerler. Fekal koliform bakteriler endüstriyel atıklar veya çürümüş bitki atıkları ve diğer kirlerle birlikte sulara bulunabilirler. Dolayısıyla hepsi fekal orijinli olmayabilir (Köksal, 1999; WHO, 2006). Fekal koliformun konsantrasyonu başlıca *E. coli* ile ilişkili olduğundan bunların belirlenmesi su kalitesini tayin etmede önemlidir. Dolayısıyla fekal koliform saptanan bir numunede *E. coli* mutlaka araştırılmalıdır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte (Resmi Gazete 2005) ambalajlanmış kaynak suları için parametrik değer 0/250 mL olarak bildirilmiştir. Membran filtrasyon yöntemi ile MFC Broth besiyerinde 44 °C 48 saat inkübe edilir.

1.6.3.3. *E. coli* (*E. coli*)

Enterobacteriaceae ailesi içerisinde yer alan *E. coli*, gram negatif, hareketli, fakültatif anaerob çubuklardır. Gelişme sıcaklıkları 3- 50°C (optimum 37- 41°C) arasındadır. Çoğaldıkları pH ise 4 ve 10 değerleri arasındadır (Uğur ve ark., 1999). Bu bakteri türü insan ve hayvan dışkılarında boldur. Genellikle bağırsaklarda ve kontamine sulara bulunurlar. *E. coli*, doğada sadece sıcak hayvanların (memeliler ve kanatlılar) bağırsaklarında yaşadığı için, fekal kontaminasyon göstergesi olarak pek çok materyalde aranır, sayılır. Bu yüzden suda *E. coli* saptandığı zaman bu suyun dışkı ile kontamine olduğu söylenebilir (Alzafer, 1997; Awartf, 1997; Ünlütürk, 1996). *E. coli* 'nin özel bir serotipi olan *E. coli* O157:H7 ise, bilinen gıda ve su kaynaklı en tehlikeli bakterilerden birisidir. Bunun dışında başka *E. coli* serotiplerinin de özellikle ishale yol açtığı bilinmektedir. Bunlar genel olarak DEC (Diyarejenik *E. coli*) olarak tanımlanırlar. *E. coli* dışkı ile kirlenmeyi gösterme bakımından en güveniliridir. *E. coli* nutrient agar ve kanlı agarda, enterobakteriler için bazı selektif ve diferensiyel besiyerlerinde (Mac Conkey Agar, Eosine Methylene Agar vs.) 37 °C'de 24 saatte gözle görülebilir –S tipi koloniler meydana getirir. *E. coli* 'nin bazı suşları kanlı agarda hemoliz oluşturur. *E. coli* Conkey Agar'da pembe renkli koloniler, Eosine Methylene Blue Agar'da ise metalik refle görünümünde koloniler oluşturur. Nutrient Buyyon'da 24 saatte 37 °C'de bulanıklık yaparak ürer (Arda ve ark., 1999).

1.6.3.4. Enterekoklar

Enterekoklar gram pozitif, ovoid kok formunda, fakültatif anaerob bakterilerdir. Fekal streptokoklar adı ile de bilinen bu grup, su analizlerinde fekal kontaminasyonu belirlemek için *E. coli* 'den çok daha iyi bir indikatör olarak bilinir. Bunun nedeni *E. coli* 'ye oranla çevresel olumsuz koşullara daha dayanıklı olmalarıdır. Bu bakteriler insan ve hayvan dışkısı ile olan kontaminasyonu ayırmak için kullanılmıştır. Fekal koliform ile fekal streptokok oranı 4 ün üzerinde ise kontaminasyonun insan kaynaklı olduğu sonucu ortaya çıkar. *S. faecalis* suda patojen bakterilerden çok, fakat koliform bakterilerden az yaşar. Ayrıca dışkıda koliformlardan daha az sayıda bulunur (Altinkum, 1996). Enterokok analizleri için Azide NPS besiyeri başarılı bir şekilde kullanılmaktadır

1.6.3.5. Anaerob Sporlu Sülfid İndirgeyen Bakteriler

Sülfid indirgeyen bakteriler gıdalarla ilgili çeşitli mikrobiyal kriterlerde yer alan gram pozitif, anaerobik çubuk şeklinde bakterilerdir. Sülfid indirgeyen bakteriler, gıdalarda hijyenik kalite belirlenmesinde kontaminasyon indikatörleri olarak değerlendirilirler. Dışkıdan da bulaşmakla birlikte diğer çevresel kaynaklardan da suya bulaşabilirler. Anaerob, spor oluşturan sıcak kanlı hayvanların dışkılarında bulunurlar. *C. perfringens* sporları suda uzun süre canlı kalabildiğinden dolayı eski bir kontaminasyonu gösterme bakımından önemlidir (Ünlütürk, 1996). Suda koliform grubu organizmalarından daha uzun süre bulunabilirler ve dezenfeksiyona karşı dirençlidirler. Üreme sınırları 20–50 °C arasındadır. Karbonhidratlar üremeyi artırır.

1.6.3.6. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonadaceae familyasına ait, sporsuz hareketli, gram negatif, genellikle kapsülsüz mikroorganizmalardır. Kùltürlerde bazen ikişerli, çoğunlukla tek tek görülen ince, düz çomaklardır (Arda ve ark., 1999).

Sularda bu bakterilerin mevcudiyeti halk sağlığı için muhtemel bir risk oluşturmaz. Ancak bu bakteriler kimyasal dezenfektanlara karşı dirençlidir. *Pseudomonas aeruginosa*, insan vücudunda iltihaplı yaralara neden olur. Bu nedenle özellikle yüzme havuzları ve rekreasyon amaçlı sularda bulunmasına izin verilmez. Ayrıca, antibiyotiklere çok direnç kazandığı için hastane enfeksiyonlarının başlıca etmeni olarak bilinir. *Pseudomonas* ozonlama işlemlerine daha dirençli olduğu gösterilmiştir. Bu bakteriler kimyasal dezenfektanlara karşıda dirençlidirler (Ozan, 1996; Sefcova, 1999). Analizinde Cetrimide NPS başarıyla kullanılmaktadır.

1.6.3.7. *Salmonella* sp.

Enterobacteriaceae familyası üyesi olup, fakültatif anaerob, gram negatif ve çubuk şeklindedir. 7- 48 °C arasında, optimum 37 °C'de ürerler. Gelişme için optimum pH 6,5 ve 7,5 değerleri arasındadır. Dondurulmuş ve kurutulmuş gıdalarda uzun süre hayatını sürdürebilirler. Atık sularda 11 gün, toprakta 20 gün,- 1,5 yıl kadar yaşayabilirler (Uğur ve Ark., 1999). Kullanma sularında *salmonella* bulunmasına izin verilmez

Kontamine su, atıklar ve gıdalar bu etkenin yayıcısıdır. *Salmonellaların* neden olduğu gastroenterit ölümlerine sonuçlanabilir. Dolayısıyla gıda maddeleri, içme ve kullanma sularında *Salmonella* bulunmasına izin verilmez (Uğur ve Ark., 1999).

1.6.3.8. *Staphylococcus*

Bu cins içinde insanlarda intoksikasyon tipi gıda zehirlenmesine neden olan *Staphylococcus aureus* vardır. *Staphylococcus aureus*, aynı zamanda insanlarda iltihaplı yaralar ve sivilceler ile ineklerdeki mastitis etmeni olarak da bilinir. T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından 17 Şubat 2005 tarih ve 25730 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren

“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”, kaynak sularının 100 mL’sinde patojen *staphylococcus* türlerinin bulunmamasını hükme bağlamıştır.

1.6.3.9. Toplam Aerobik Mezofilik Mikroorganizma

Standart tabaka sayma olarak bilinen toplam mezofilik aerob mikroorganizma, günümüzde heterotrofik plak sayısı olarak adlandırılmakta ve suyun işlenmesi ve dağıtımı sırasında değişiklikleri ölçmek amacıyla aerobik ve fakültatif anaerobik canlı bakterilerin kültüre edilmesi sonrası sayılmasıyla belirlenir. Şebeke ve kaynak sularında bu bakterilerin varlığında, borularda biofilm tabakaları meydana gelir. Heterotrofik bakteri terimi, organik besinleri kullanabilen bakterileri içermektedir. Bu bakteriler doğada tüm sularda, yiyeceklerde, toprakta ve havada bulunmaktadır. Toplam bakteri denildiğinde asıl olarak bir genel katı besiyerinde gelişerek koloni oluşturabilen aerobik mezofilik bakteriler ifade edilir. Mezofilik inkübasyon parametreleri farklı standartlarda farklı şekilde görülebilir. Örneğin, ABD’de genel olarak 35–37 °C ve 24 saat kullanılırken AB ülkelerinde genel olarak 28–30 °C ve 24 saat benimsenir. İnkübasyonda başka parametrelere de rastlanmaktadır. Su ya da gıda örneklerinde toplam bakteri sayısı, genel kalite kriteri olarak değerlendirilir. Ancak fekal kontaminasyonun veya güvenilirliğinin belirlenmesi açısından önemli bir kriter değildir. Özellikle yeraltı sularında toplam bakteri sayısının ani artışı su kaynağının kirlendiğinin bir ön uyarısı olarak kabul edilmelidir (Karakuş, 1995). Toplam canlı ya da toplam jerm ifadesinin de bu grubu tanımlamak için kullanıldığına rastlanmaktadır. Membran filtrasyon yöntemi ile numune M-TGE Broth besiyerinde 22 °C de 72 saat ve 37 °C de 24 saat inkübe edilir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte (Resmi Gazete 2005) ambalajlanmış kaynak suları için 22 °C’de koloni sayısı 100 adet / mL, 37 °C’de koloni sayısı 20 adet / mL olarak bildirilmiştir. Suların, toplam bakteri analizlerinde CASO, NKS, R2A NKS, Standard NKS, Standart TTC NKS, TGE NKS, Yeast Extract NKS besiyerileri de kullanılabilir.

Total bakteri sayısına göre suların sınıflandırılması Tablo 6’ da gösterilmiştir. (DSİ, 2001).

Tablo 6. Toplam bakteri sayısına göre suların sınıflandırılması

1 mL deki Bakteri Sayısı	Suyun Sınıfı
0-10	Olağanüstü temiz su
10-100	Çok temiz su
100-1000	Temiz Su
100-10000	Şüpheli Su
10000-100000	Kirli Su
100000'den fazla	Çok kirli Su

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Bu çalışmada membran filtrasyon sistemi ve aşağıdaki gereçler kullanılmıştır;

Üçlü Manifold Sistemi: 100 mL huni kapasiteli, analizin yoğunluğuna göre tercihen üçlü membran filtrasyon sistemidir.

Membran Filtre: Selüloz esterlerinden yapılmış, porları 0,45 µm ve çapı 47 mm olan ve bu gözenek çapından büyük partikül ve mikroorganizmaları geçirmeyen mutlak filtrelerdir.

Vakum Pompası: Vakum pompaları bir bölgede bulunan gazların veya oluşan sıvı buharlarının boşalmasını sağlayan, uygulama alanı oldukça geniş olan aletlerdir. Membran filtrasyon sistemi için 26 litre/dakika emiş gücüne sahip pompa kullanılmıştır.

Vakum Hortumu: Vakum pompası ve erleni arasındaki bağlantıyı sağlamak için kullanılmıştır.

Hava Filtresi: Vakum sırasında sıvı numunenin pompaya kaçmasını engelleyerek pompanın korunmasını sağlamak için kullanılmıştır.

Vakum Erleni: Süzme işlemi esnasında 5 litre hacminde ve musluklu cam erlen kullanılmıştır.

Dozajlama Şırıngası: Steril su hazırlama işlemini hızlandırmak ve kolaylaştırmak için dozajlama şırıngası kullanılmaktadır. 3 mL steril su şırınga yardımı ile kurutulmuş hazır besiyerlerinin ıslatılması için kullanılmıştır.

Şırınga Ucu Filtre: Steril su hazırlamak için dozajlama şırıngasına kolayca takılan, tek tek steril ambalajlarda, selüloz asetattan mamul, 0,2 µm gözenek çapına sahip filtredir.

Paslanmaz Çelik Pens: Yassı uç ve filtrenin rahat taşınabilmesini sağlayan penstir.

Steril Numune Alma Kabı: Otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilize edilebilir kaplardır. Analizler esnasında ambalajlı sulardan 100 ve 250 mL damacana sulardan numune almak için kullanılmıştır.

Petri Kabı: İçerisine besi yeri dökülen, bakteri ve maya gibi canlıları üretmekte kullanılan düz, yuvarlak, kapaklı cam ya da plâstik kaptır.

Laminer Hava Kabini: Dış ortamdan analizi yapılacak numuneye veya numuneden dış ortama herhangi bir mikrobiyal bulaşmayı önlemek amacıyla analizlerin tümü laminer hava kabiniinde yapılmıştır.

Otoklav: Vida ve civatalarla tutturulmuş basit bir kapağı olan, iç basınca dayanıklı kaptır. Çalışmamızda her türlü aygıt ve gereçleri sterilize etmek için kullanılmıştır.

Steril Pipet: Tek kullanımlık ve sterilize edilmiş pipeti ifade eder.

Bunzen Beki: Analizler esnasında manifold sistemi, pens ve diğer gereçler bunzen bekiye tutulmuş ve bu şekilde dış ortamdan bulaşabilecek olası kontaminasyon riski bertaraf edilmiştir.

Etüv: Gereçlerin dezenfeksiyonu için kullanılmıştır.

İnkübatör: Mikrobiyolojik üremenin gerçekleşmesi için gerekli koşulların sağlandığı ve sıcaklığı ayarlanabilen kabindir. Çalışmamızda ayrıca soğutmalı inkübatör de kullanılmıştır.

Buzdolabı: Besiyerileri soğuk zincirde muhafaza etmek amacıyla kullanılmıştır.

Aneorob Jar: In vitro (canlı hücre dışında) yapılan standart mikrobiyolojik analizlerde, aneorob ortam sağlamak için standart boydaki 12 petri kutusu alacak 2,5 L hacmindeki kavanozdur. Çalışmamızda aneorob sülfat indirgeyen bakterilerin analizinde kullanılmıştır.

2.1.1. Besiyeri Seçimi

Bu çalışmada; aşağıda belirtilen besiyeri türleri kullanılmıştır.

Tablo 7. Analizlerde kullanılan besiyeri türleri

Besiyeri	Bakteri Cinsi
Endo Broth	Koliform bakteriler
MFC Endo Broth With Rosolic Acid	Fekal koliform
MFC Endo Broth With Rosolic Acid	<i>Escherichia coli</i>
SPS (Sülfat Polymiyixin)	Aneorob sporlu sülfat indirgeyen bakteriler
Cetrimide 14075 ACN	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Kromojenik Agar Besiyeri	<i>Salmonella</i>
Chapman –14074 ACN	<i>Staphylococcus aureus</i>
Plate Count Agar (PCA)	Toplam aerobik mezofilik mikroorganizma

2.2. Metod

Mikrobiyoloji sözcüğü mikros, bios ve logos kelimelerinin birleşmesinden meydana gelmiştir. Yunanca'da mikros küçük, bios yaşam, logos bilim anlamına gelmektedir. Mikrobiyoloji, birçoğu ancak mikroskopta görülebilen küçük canlıları inceleyen bilim dalıdır. Mikrobiyoloji geniş kapsamlı bir bilim dalı olup, birçok dallara ayrılır. Bunların başlıcaları Genel mikrobiyoloji, Tıbbi mikrobiyoloji, Bakteriyoloji, Viroloji, Parazitoloji ve Mikolojidir.

Su mikrobiyolojisi, tümüyle genel gıda mikrobiyolojisi yaklaşımı içinde ele alınır. Buna göre temel 2 amaç; sularda hastalık yapan mikroorganizmaların varlığının belirlenmesi ve suyun insan tüketimi için mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesidir. Hastalık yapan mikroorganizma kontrolü, halk sağlığı açısından önemlidir. Analiz edilecek materyal ve mikroorganizma türü başta olmak üzere mikrobiyolojik analizlerde çok farklı analiz teknikleri uygulanır. Su mikrobiyolojisinde analizlerin büyük çoğunluğu mikroorganizma arama ya da sayma şeklindedir. Bunları, tanımlamaya yönelik testler izler. Sayımlarda mutlaka koloni elde edilecek diye bir kural yoktur. En Muhtemel Sayı (EMS) yönteminde olduğu gibi sıvı besiyerindeki bulanıklık, gaz oluşumu ya da renk değişimi aranan mikroorganizmanın varlığı konusunda bilgi verir. Sulardaki mikrobiyolojik analizler; var - yok testleri, sayım ve diğer testler şeklinde gruplandırılabilir.

Var - yok testlerinde mikroorganizmanın sayısı önemli değildir. Belirli bir hacim içinde belirli bir mikroorganizmanın olup olmadığı araştırılır. Genellikle patojenlere uygulanan bir yöntemdir ve zenginleştirme işlemleri ile analiz yapılır. Bu nedenle analiz sonucunda aranan mikroorganizma bulunursa başlangıçta hangi sayıda olduğu bilinemez. Sayım ise varlığına genellikle belirli sınırlar içinde izin verilen mikroorganizmalar için yapılır. Su analizlerinde olduğu gibi "100 mL suda *E. coli* olmayacak" şeklindeki yönergeler için yapılacak analizler, var - yok testlerinden farklıdır. Mikroorganizma sayımı en yaygın olarak katı besiyerinde koloni sayımı şeklinde yapılır. Ayrıca, metabolizmaya veya standarda dayalı sayım yöntemleri ve mikroskopik sayımlar da uygulanabilir. Koloni sayımı, dökme ya da yayma kültürel sayım şeklinde yapılabileceği gibi membran filtrasyon sisteminde de koloni sayımı gerçekleştirilebilir.

Çalışmamızda su analizlerinde mikrobiyolojik yaklaşım ve yasal bir yükümlülük olan membran filtrasyon yöntemi kullanılmıştır. Filtrasyon, sıvı veya gaz içerisindeki istenmeyen

partiküllerin bir ayırıcı kullanılarak tutulması işlemidir. Tamamen fiziksel bir işlem olan membran filtrasyonun prensibi kısaca, analizi yapılacak numunenin, içerdiği mikroorganizmanın büyüklüğünden daha küçük gözeneklere sahip selüloz esterlerinden yapılmış, porları 0,45 µm ve çapı 47 mm olan selüloz nitrat filtrelerden membran filtre üzerinden vakum desteği ile süzülmesidir (Öz ve ark., 1996). Böylece numunenin içerdiği bütün mikroorganizmalar membran filtre üzerinde tutulmuş olur. Numune içerisinde bulunan tüm mikroorganizmaları üzerinde tutmuş olan filtre, uygun besiyeri üzerine arada hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirilerek, uygun sıcaklıktaki inkübatöre, filtre kısmı yukarıda kalacak şekilde yerleştirilir. Gerekli inkübasyon işleminin sonunda petri kutusu inkübatörden alınarak oluşan koloniler besiyeri çeşidine bağlı olarak sayılır.

2.2.1. Örneğin Toplanması ve Analize Hazırlanması

Trabzon bölgesinde satışa sunulmuş 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 numaralı numune şeklinde kodlandırılan altı farklı markaya ait toplam 54 adet 19 L damacana su ve 36 adet pet şişe su piyasadaki satış noktalarından rastgele alınmıştır. 1 numaralı damacana suyunun üretim tarihi 04.11.2009, 2 numaralı damacana suyunun 07.11.2009, 3 numaralı damacana suyunun 28.10.2009, 4 numaralı damacana suyunun 31.10.2009, 5 numaralı damacana suyunun 30.10.2009 ve 6 numaralı damacana suyunun üretim tarihi 02.11.2009 dur. 5 numaralı damacana suyunun kapağında 6 aylık raf ömrünün olduğu belirtilirken diğer damacana suların kapaklarında 1 yıllık raf ömrünün olduğu yazılı bulunmaktadır. 18 adet 19 L damacana suyu Aralık 2009 ve Şubat 2010 tarihleri arasında üç ay süre ile direkt güneş ışığına maruz bırakılmıştır. Geri kalan 36 adet 19 L damacana suyu ortalama 20 ° C de serin bir yerde Aralık 2009 ve Mayıs 2010 tarihleri arasında altı ay süre ile muhafaza edilmiştir. Farklı şartlarda koşullandırılan bu numuneler aylık olarak koliform bakteriler, fekal koliform, *escherichia coli*, enterekoklar, anerob sporlu sülfid indirgeyen bakteriler, *pseudomonas aeruginosa*, *salmonella*, *staphylococcus aureus* ve toplam mezofilik aerob bakteri parametreleri açısından analiz edilmiştir. Aralık 2009 ve Mayıs 2010 tarihleri arasında aynı altı farklı markaya ait pet şişe suları da piyasadaki rastgele alınıp aynı mikrobiyolojik parametreler açısından analiz edilmiştir. Her bir pet şişe suyunun analizi herhangi bir koşullandırmaya tabi tutulmaksızın piyasadaki tedarik edildiği şekilde ve üretim tarihlerinin olduğu ay içerisinde analiz edilmiştir.

Bir ürünün mikrobiyal yükü hakkında kesin bilgi verebilmenin tek yolu, söz konusu ürünün tümünün analiz edilmesidir. Böyle bir durum mümkün olmayacağından numunenin analiz edilecek ürünün tümünü temsil etme özelliğine sahip olacak şekilde alınmıştır. Numunelerin analize hazırlık aşaması aşağıda belirtildiği şekilde yapılmıştır.

1- Örnek miktarı ve sayısı optimum düzeyde tutulmuştur. Örnek miktarı tespit edilirken, aynı numuneden birkaç değişik mikrobiyolojik analiz yapılması durumu dikkate alınmıştır.

2- Örnek alımı sırasında ikinci kontaminasyonlara neden olmamak amacı ile steril kaplar kullanılmıştır.

3- Şekil 7' de görülen kapalı ambalaj ile laboratuara getirilen numuneler mikrobiyolojik analize alındıklarında, numunenin çevreden, çevrenin de numuneden kontaminasyonu önlenmiştir.

4- Kapalı ambalaj açılmadan önce açılacak yer ve çevresi % 70–75 (v/v) alkol ile dezenfekte edilmiş ve ambalaj ayrıca alevden geçirilmiştir. Ambalaj açılırken kullanılan makas vb. materyal önceden sterilize edilmiştir.

5- Çalışmalar steril hava kabini içinde yapılmıştır ve bunzen beki kullanılmıştır. Bu şekilde mikroorganizmaların çevreye yayılması ve numune arasındaki olası kontaminasyonu önlenmiştir.

6- Çalışma yapılan ortamın canlı bakteri-spor taşıyan aerosoller ile kontamine olmasından kaçınılmıştır.

7- Transfer gereçleri kullanmadan önce ve kullandıktan sonra akkor haline gelinceye kadar alevde tutulmuştur.

8- İşlemlerin tümünde steril pipetler kullanılmıştır.

9- Bütün kültür materyalleri ve kimyasallar düzgün bir şekilde etiketlenmiştir.

10- Çalışma ortamı her türlü hava akımından uzak tutulmuştur. Çalışırken laboratuvar kapı ve pencereleri kapalı tutulmuştur.

11- Çalışma bitiminde tekrar kullanılacak kirli tüp, erlen, beher, pipet, petri kutusu, lam, lamel gibi malzemeler otoklavda sterilize edilmiştir.

12- Çalışma bittikten sonra kontamine olmuş çöpler otoklava konulmak üzere uygun şekilde toplama kaplarına konulmuştur.

13- Laboratuvar çalışması sonunda gerekli raporlandırmalar yapılmıştır.



Şekil 6. 19 L Damacana sularının toplu görünümü

2.2.2. Membran Filtrasyon Yönteminin Uygulaması

- Besiyerinin ambalajı dezenfektan ile silinmiş bir makasla kesilerek kullanıma hazır besiyeri içeren petri kutuları çıkarılmıştır. Dozaj şıngası 3,0 ya da 3,5 mL'ye ayarlanarak hortumu, damıtık su içine daldırılmış ve şıngı ucuna takılabilen steril paketteki 0,2 μ membran filtre dozaj şıngasının ucuna el değdirmeden takılmıştır. Kuru besiyeri, daha önce ayarlanmış dozaj şıngasıyla 3,0–3.5 mL steril su ile ıslatılmıştır (Şekil 7.b).

- Filtre desteği, bek alevinden geçirilerek sterilize edilmiştir. Filtre hunisinin alt kısmı bek alevinden geçirilmiş ve yerine oturtulmuştur. Steril paketlerdeki membran filtre el ile temas etmeyecek şekilde açılmıştır (Şekil 7.c).

- Paslanmaz çelik pens bek alevinden geçirilmiştir. Filtre üzerindeki koruyucu tabaka ile birlikte alevden geçirilmiş pens ile tutularak filtre destek kısmına yerleştirilmiştir (Şekil 7.c).

- Huni tekrar yerine yerleştirilmiş ve kapağı yarım açılarak numune içerisine konulmuştur (Şekil 7.e).

- Vakum pompası çalıştırılarak, vakum musluğu açılmış ve numune filtre edilmiştir. Filtre bek alevinden geçirilmiş pens ile alınmıştır.

- Filtre daha önce steril su ile ıslatılmış olan besi ortamı üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 7.f).

- Besiyerleri etüve tabanları üzerine yerleştirilmiştir.
- Hedef mikroorganizmanın inkübasyon parametrelerine (sıcaklık ve süre) uyularak inkübasyon tamamlanmıştır (Ozan, 1996)



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



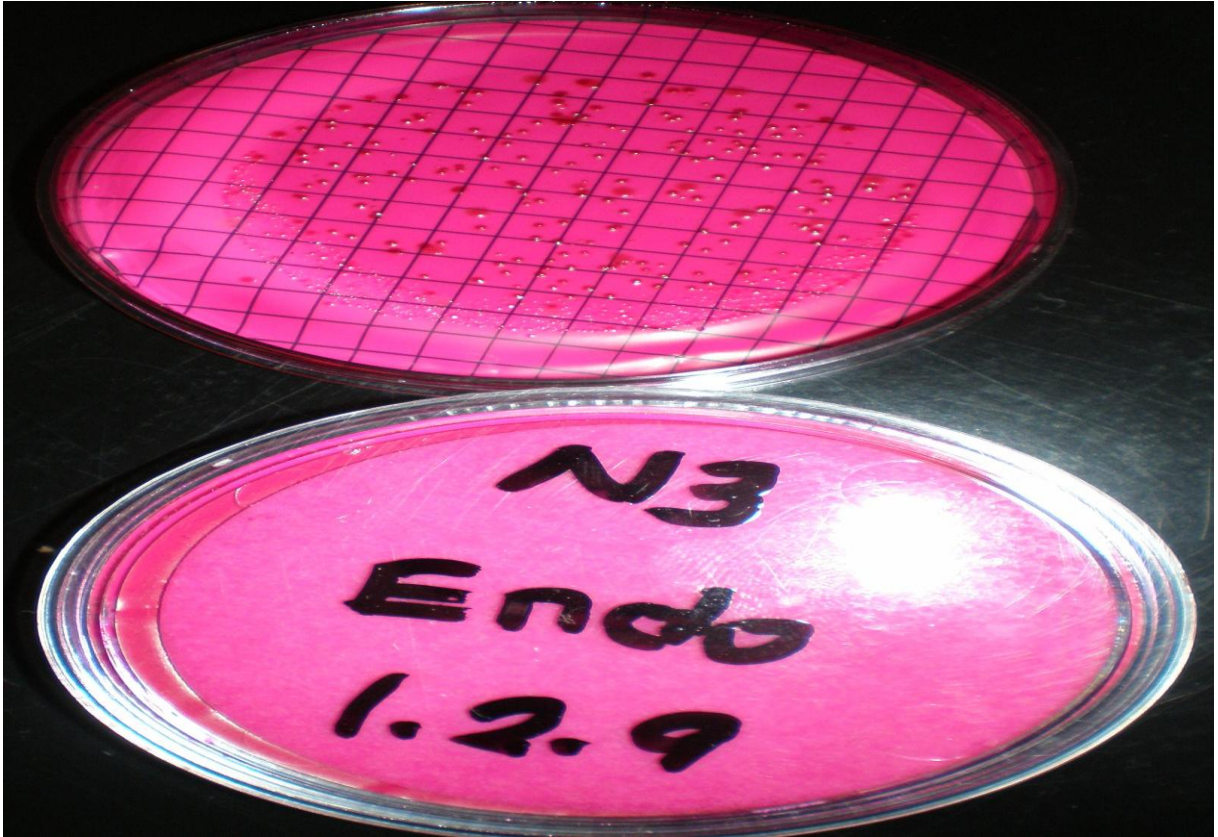
(f)

Şekil 7. Membran filtrasyon yöntemi uygulama adımları

2.2.3. Su Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizi

2.2.3.1. Toplam Koliform Bakteri Sayımı

250 mL su örneği membran filtrasyon yöntemi ile süzöldükten sonra Endo Broth besiyerine yerleştirerek 35 °C de 24 saat inkübe edildi. Oluşan parlak kırmızı koloniler sayılarak numunelerdeki toplam koliform bakteri miktarı tespit edildi (şekil 8).



şekil 8. 250 mL de üreyen toplam koliform bakteri

2.2.3.2. Fekal Koliform Sayımı

Süzölen 250 mL su örneği membran filtrasyon sisteminde süzöldükten sonra membran besiyerine yerleştirerek 35 °C de 48 saat inkübe edildi. Oluşan kolonilerin sayımı yapıldı.

2.2.3.3. *Escherichia coli* Sayımı

250 mL su örneği membran filtrasyon yöntemi ile süzöldü. Membran filtreler MFC Endo Broth With Rosolic Acid besiyerine yerleştirerek 35 °C de 48 saat inkübe edildi. Oluşan kolonilerin sayımı yapıldı.

2.2.3.4. Aneorob Sporlu Sülfat İndirgeyen Bakteri Sayımı

1 mL su örneği alınarak steril petriye kondu. Önceden eritilmiş 50 °C ye kadar soğutulan SPS besiyerine dököldü. Petri sekiz hareketi yapılarak karıştırıldı. Karıştırılıncaya kadar oda sıcaklığında bekletildi ve aneorob jar'a yerleştirilerek 48 saat bekletildi. İnkübasyon sonucunda oluşan kolonilerin sayımı yapıldı.

2.2.3.5. *Pseudomonas aeruginosa* Sayımı

Manifoltdan süzülen membranlar ıslatılmış olan cetremet besiyerine konuldu. 37 °C de 24 saat inkübe edildi. Üreyen bakterilerin sayımı yapıldı.

2.2.3.6. *Salmonella* sp. Sayımı

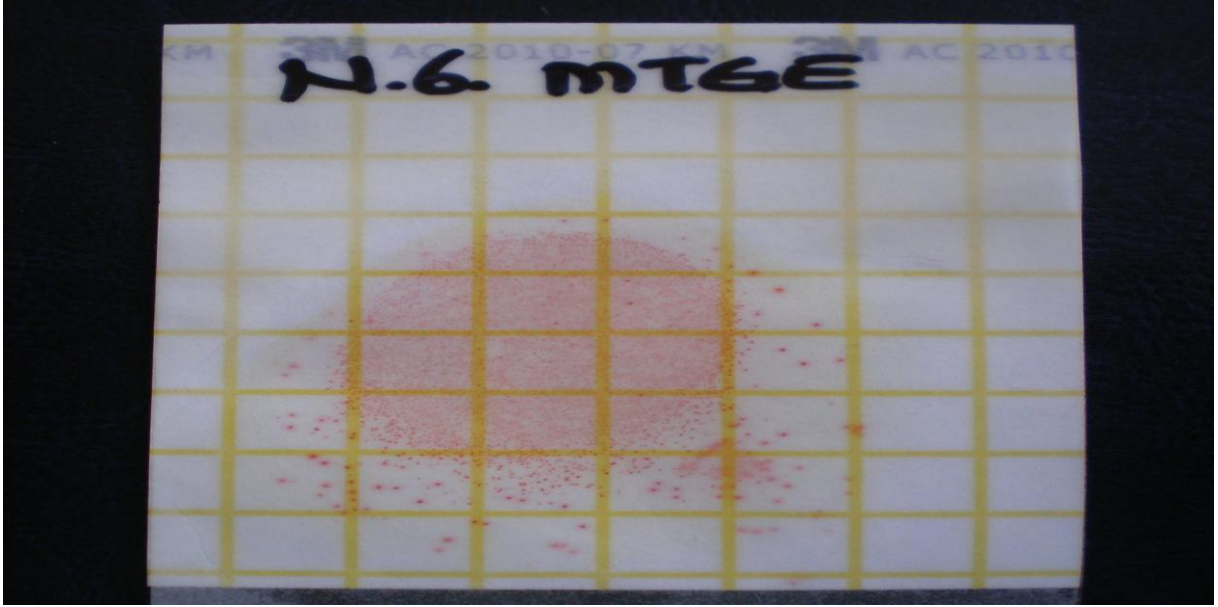
Kromojenik *salmonella* agar besiyerine ekimi yapılan numuneler 37 °C de 24 saat inkübe edildikten sonra koloni sayımı yapıldı.

2.2.3.7. *Staphylococcus aureus* Sayımı

Süzme işleminde geçirilen membranlar önceden hazırlanan Chapman besiyerine konuldu. 37 °C de 24 saat inkübe edildi. Oluşan kolonilerin sayımı yapıldı.

2.2.3.8. Toplam Mezofilik Aerob Bakterileri Sayımı

Steril pipetle numunelerden alınan 1 mL su örneği Plate Count Agara (PCA) yayma metodu ile ekildi. Bir tanesi 22 °C de 72 saat ve diğeri 37 °C de 24 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonucunda oluşan koloniler sayılarak toplam bakteri sayısı tespit edildi (Şekil 9).



Şekil 9. 1 mL de üreyen toplam bakteri

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Güneş Işığına Maruz Bırakılan 19 L Damacana Suların Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

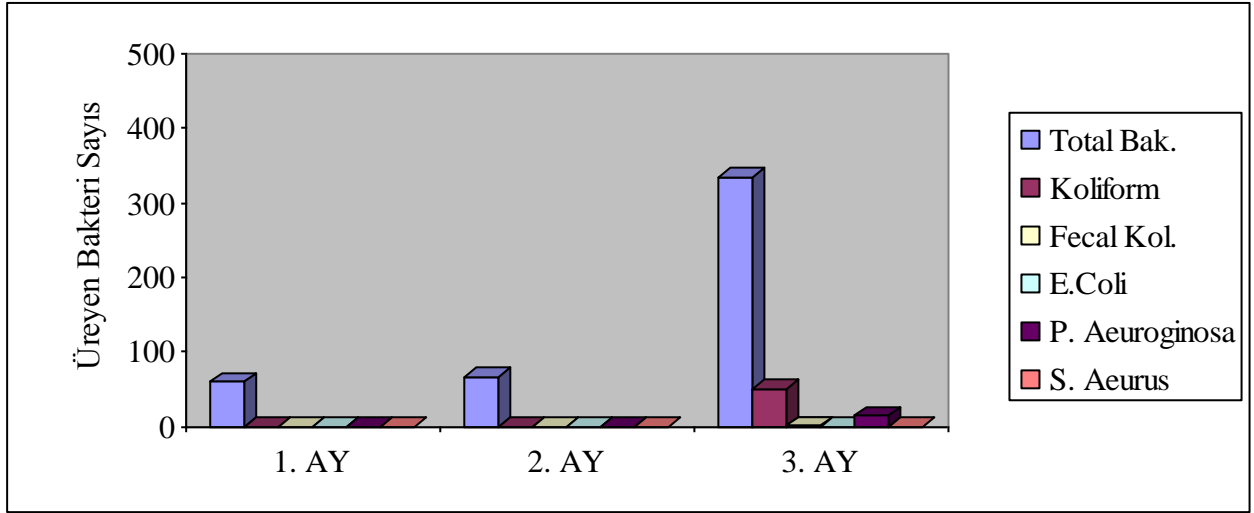
Piyasadan rastgele alınıp 3 ay süre ile direkt güneş ışığına maruz bırakılan altı farklı markaya ait 19 L damacana su numunelerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları aşağıdaki şekildedir;

1 numaralı numunenin mikrobiyolojik inceleme sonuçları: Birinci ay sonunda 1 mL de 37 °C de 24 saatte 43, 22 °C 72 saatte 76 bakteri üredi. Koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. İkinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 51, 22 °C 72 saatte 82 bakteri üredi. Koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Üçüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 168, 22 °C 72 saatte 500' ün üstünde bakteri üredi. 250 mL de 14 *P. aeurogin*, 50 koliform bakteri ve 1 fekal koliform üredi. *E. coli*, *salmonella*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi (Tablo 8).

Tablo 8. Güneş ışığına maruz bırakılan 1 numaralı numunenin analiz sonuçları

Numune	1 mL de Toplam Bakteri			Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>S. aeurus</i>	Sülfat Red. Bak.
	37 °C 24 Saat	22 °C 72 Saat	Ortalama Değer							
Ara.09	43	76	59,5	0	0	0	0	0	0	0
Oca.10	51	82	66,5	0	0	0	0	0	0	0
Şub.10	168	>500	334	50	1	0	0	14	0	0

1 numaralı numunede üç ay süre ile yönetmelik sınır parametrelerinin üzerinde toplam bakteri üremesi görülmüştür. Şekil 10' de anlaşılacağı üzere güneş ışığına maruz kalan numunede her ay mikrobiyolojik üremede artış gösteren bir performans gözlemlenmiştir.

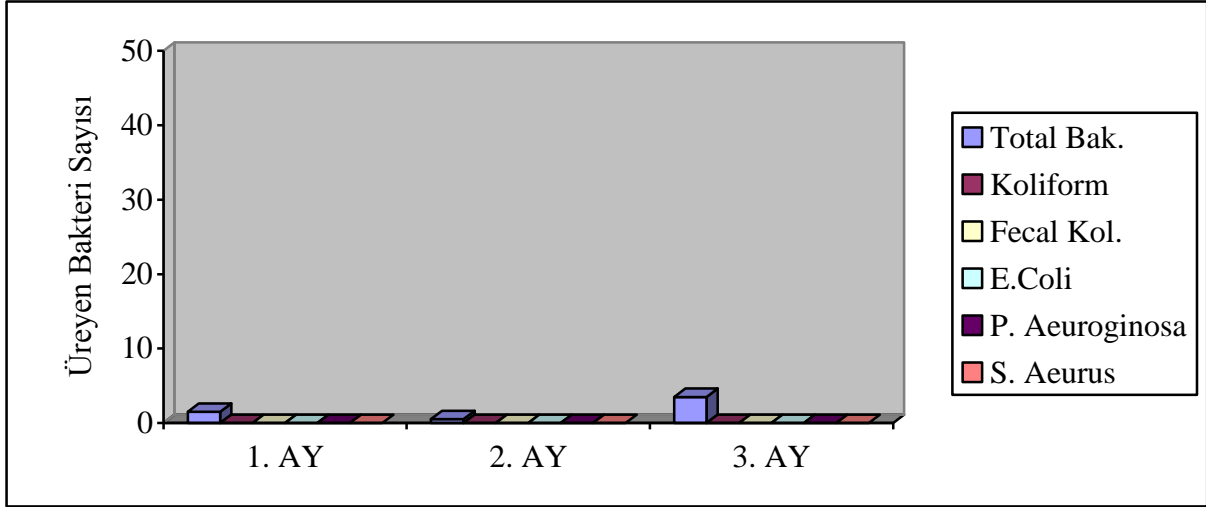


Şekil 10. 1 numaralı numunede 3 aylık periyotta üreyen bakteri sayısı (güneş ışığında)

2 numaralı numunenin mikrobiyolojik inceleme sonuçları: Birinci ay sonunda 1 mL de 22 °C 72 saatte 3 bakteri üredi. 37 °C de 24 saatte herhangi bir üreme tespit edilmedi. Koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. İkinci ay sonunda 1 mL de 22 °C 72 saatte 1 bakteri üredi. 37 °C 24 saatte herhangi bir üreme tespit edilmedi. Koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Üçüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 3, 22 °C 72 saatte 4 bakteri üredi. Koliform, Fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi (Tablo 9).

Tablo 9. Güneş ışığına maruz bırakılan 2 numaralı numunenin analiz sonuçları

Numune	1 mL de Toplam Bakteri			Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>S. aeurus</i>	Sülfat Red. Bak.
	37 °C 24 Saat	22 °C 72 Saat	Ort. Değer							
Ara.09	0	3	1,5	0	0	0	0	0	0	0
Oca.10	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0
Şub.10	3	4	3,5	0	0	0	0	0	0	0



Şekil 11. 2 numaralı numunede 3 aylık periyotta üreyen bakteri sayısı (güneş ışığında)

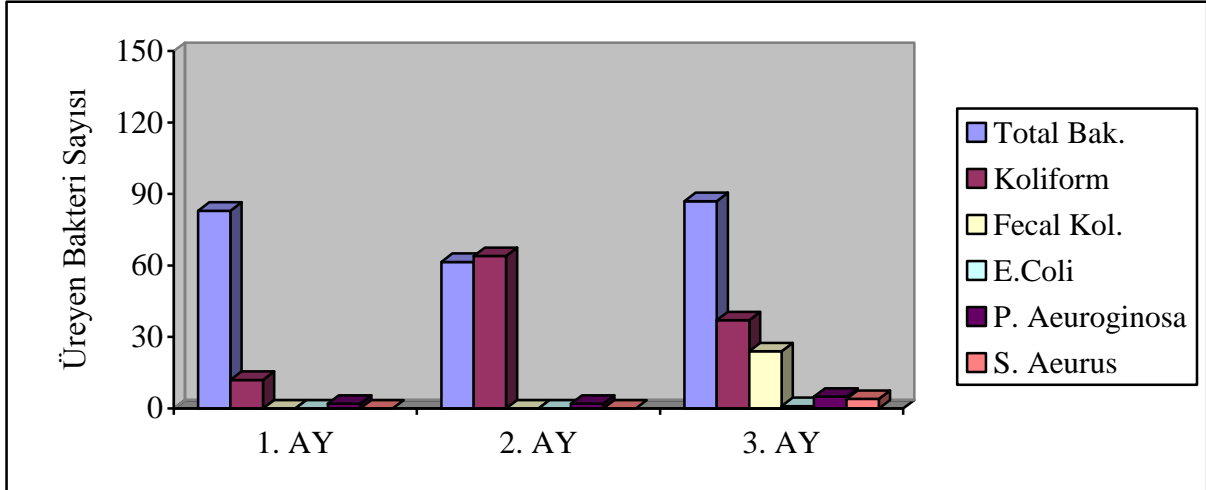
2 numaralı 19 L damacana sularının hepsindeki üreme yönetmelik sınır değerlerine uygun olarak gerçekleşmiştir. Üçüncü ayın sonunda toplam aneorobik bakteri sayısı başta olmak üzere üremede bir artış gözlemlenmemiştir (Şekil 11).

3 numaralı numunenin mikrobiyolojik inceleme sonuçları: Birinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 59, 22 °C 72 saatte 107 bakteri üredi. 250 mL de 12 koliform bakteri ve 2 *P. aeurogin* üremesi tespit edildi. Fekal Koliform, *E. coli*, *salmonella*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. İkinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 8, 22 °C 72 saatte 115 bakteri üredi. 250 mL de 64 koliform ve 2 *S. aeurus* üredi. Fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Üçüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 23, 22 °C 72 saatte 151 bakteri üredi. 250 mL de 37 koliform, 24 fekal koliform, 1 *E. coli*, 5 *P. aeurogin* ve 4 2 *S. aeurus* üredi. *Salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremesi tespit edilmedi (Tablo 10).

Şekil 12' de görüldüğü üzere numunede üç ay boyunca sınır değerlerinin üzerinde üreme görülmüştür. İkinci ay numunedeki koliform bakteri sayısında ve üçüncü ay sonunda fekal koliform bakteride sayısında ciddi bir artış gözlemlenmiştir.

Tablo 10. Güneş ışığına maruz bırakılan 3 numaralı numunenin analiz sonuçları

Numune	1 mL de Toplam Bakteri			Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>S. aeurus</i>	Sülfat Red. Bak.
	37 °C 24 Saat	22 °C 72 Saat	Ort. Değer							
Ara.09	59	107	83	12	0	0	0	2	0	0
Oca.10	8	115	61,5	64	0	0	0	0	2	0
Şub.10	23	151	87	37	24	1	0	5	4	0

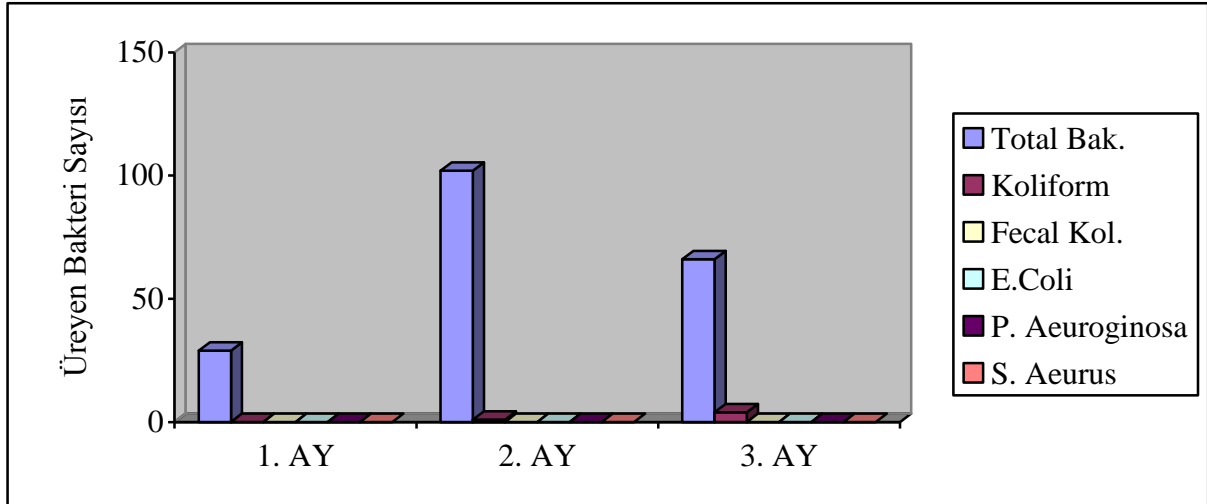


Şekil 12. 3 numaralı numunede 3 aylık periyotta üreyen bakteri sayısı (güneş ışığında)

4 numaralı numunenin mikrobiyolojik inceleme sonuçları: Birinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte bakteri üremesi tespit edilmedi. 22 °C 72 saatte 58 bakteri üredi. Koliform bakteri, *P.aeurogin*, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. İkinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 78, 22 °C 72 saatte 126 bakteri üredi. 250 mL de 1 koliform bakteri üredi. *S. aeurus*, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Üçüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte bakteri üremesi gerçekleşmedi. 1 mL de 22 °C 72 saatte 132 bakteri üredi. 250 mL de 4 koliform bakteri üredi. *S. aeurus*, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi (Tablo 11).

Tablo 11. Güneş ışığına maruz bırakılan 4 numaralı numunenin analiz sonuçları

Numune	1 mL de Toplam Bakteri			Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>S. aeurus</i>	Sülfat Red. Bak.
	37 °C 24 Saat	22 °C 72 Saat	Ort. Değer							
Ara.09	0	58	29	0	0	0	0	0	0	0
Oca.10	78	126	102	1	0	0	0	0	0	0
Şub.10	0	132	66	4	0	0	0	0	0	0



Şekil 13. numaralı numunede 3 aylık periyotta üreyen bakteri sayısı (güneş ışığında)

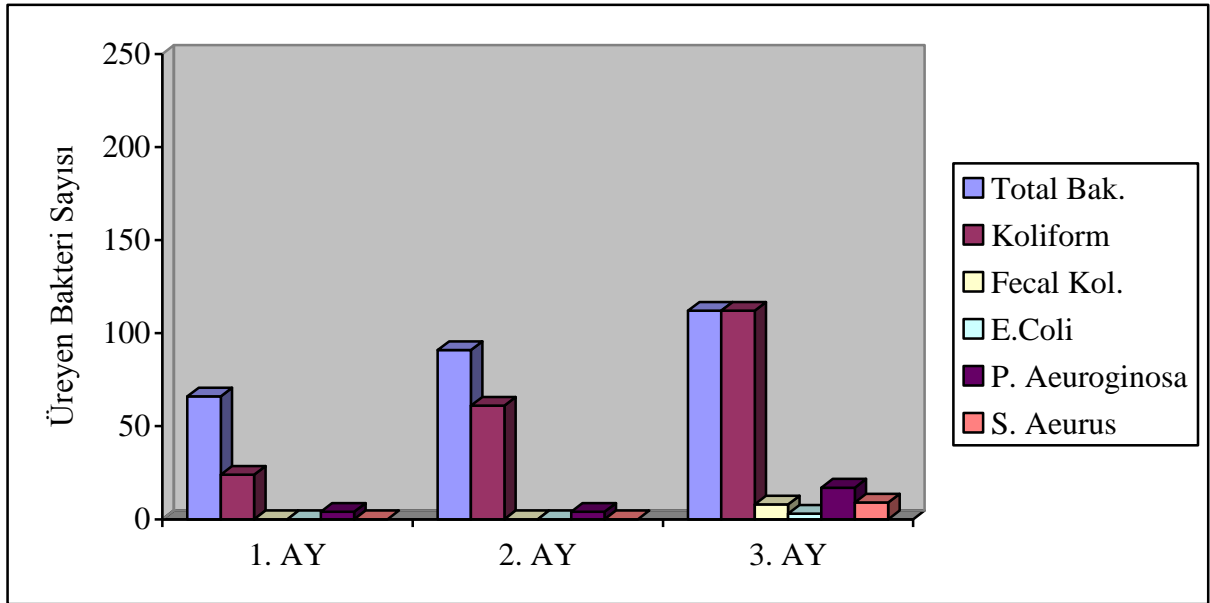
4 numaralı numunede ilk ay sınır değerler dışında herhangi bir üreme tespit edilemezken ikinci ve üçüncü aylarda toplam bakteri, koliform bakteri ve fekal koliform bakteride üreme görülmüştür ve bu durum suyun mikrobiyolojik kalitesini bozmuştur (Şekil 13). Numunelerden sadece % 33' ü standartlara uygunluğunu korumuştur.

5 numaralı numunenin mikrobiyolojik inceleme sonuçları: Birinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 5, 22 °C 72 saatte 127 bakteri üredi. 250 mL de 24 koliform bakteri ve 7 *P. aeurogin* üremesi tespit edildi. Fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *S. seurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. İkinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 34, 22 °C 72 saatte 148 bakteri üredi. 250 mL de 61 koliform bakteri ve 4 *P. aeurogin* üremesi tespit edildi. Fekal

koliform, *E. coli*, *salmonella*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Üçüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C de 24 saatte 19, 22 °C 72 saatte 196 bakteri üremesi görüldü. 250 mL de 112 koliform, 17 *P. aeurogin*, 9 *S. aeurus*, 8 fekal koliform ve 3 *E. coli* üredi. *Salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi (Tablo 12).

Tablo 12. Güneş ışığına maruz bırakılan 5 numaralı numunenin analiz sonuçları

Numune	1 mL de Toplam Bakteri			Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>S. aeurus</i>	Sülfat Red. Bak.
	37 °C 24 Saat	22 °C 72 Saat	Ort. Değer							
Ara.09	5	127	66	24	0	0	0	7	0	0
Oca.10	34	148	91	61	0	0	0	4	0	0
Şub.10	19	196	107,5	112	8	3	0	17	9	0



Şekil 14. 5 numaralı numunede 3 aylık periyotta üreyen bakteri sayısı (güneş ışığında)

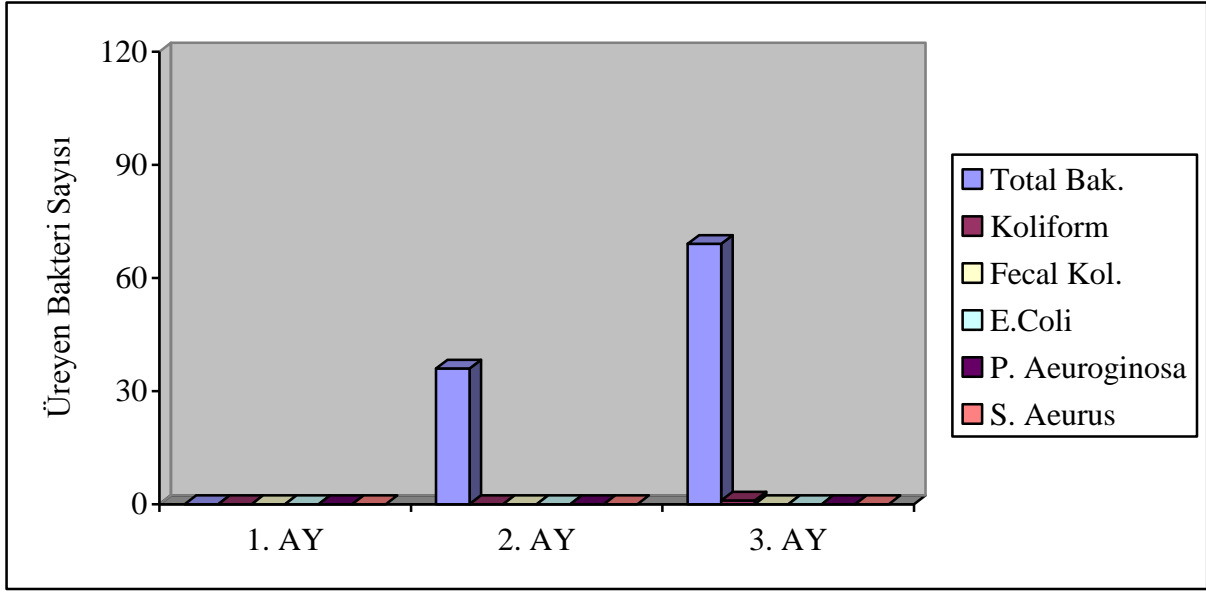
Şekil 14' de açıkça görüleceği üzere 3 numaralı numunede yönetmeliğe göre sıfır olması gereken koliform bakteri üremesi tespit edilmiştir ve her üç ayda da İnsani Tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmeliğe uygun olmayan artış eğiliminde olan üremeler gözlemlenmiştir.

6 numaralı numunenin mikrobiyolojik inceleme sonuçları: Birinci numunede herhangi bir bakteri üremesi tespit edilmedi. İkinci ay sonunda 1 mL de 22 °C 72 saatte 72 bakteri üredi. 37 °C 24 saatte herhangi bir üreme tespit edilmedi. Koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Üçüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 2, 22 °C 72 saatte 136 bakteri üredi. 250 mL de 1 koliform bakteri üredi. Fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi (Tablo 13).

Tablo 13. Güneş ışığına maruz bırakılan 6 numaralı numunenin analiz sonuçları

Numune	1 mL de Toplam Bakteri			Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>S. aeurus</i>	Sülfat Red. Bak.
	37 °C 24 Saat	22 °C 72 Saat	Ort. Değer							
Ara.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oca.10	0	72	36	0	0	0	0	0	0	0
Şub.10	2	136	69	1	0	0	0	0	0	0

6 numaralı numunede ilk ay üreme tespit edilmemiştir. İkinci ay sonunda toplam bakteri sayısında artış söz konusu ise de standart değerlerin içinde kalmıştır. Üçüncü ayda ise standartlara göre sularda bulunmaması gereken toplam bakteri üremesi olmuş ve suyun mikrobiyolojik kalitesi düşmüştür ancak suların % 66,67 si standartlara uygunluğunu korumuştur (Şekil 15).



Şekil 15. 6 numaralı numunede 3 aylık periyotta üreyen bakteri sayısı (güneş ışığında)

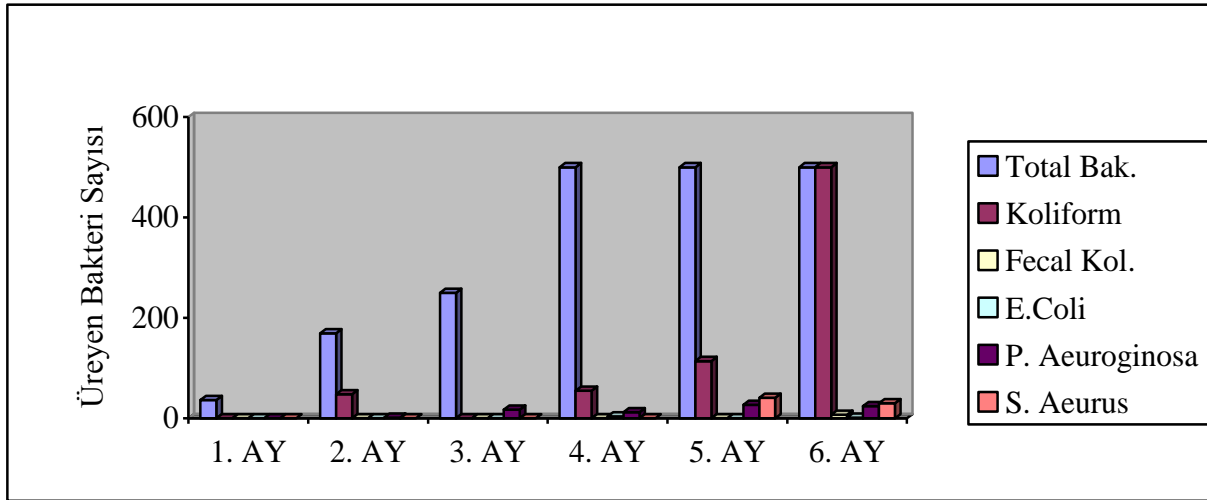
3.2. Serin Yerde Muhafaza Edile 19 L Damacana Suların Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Piyasadan rastgele alınıp 6 ay süre ile serin yerde muhafaza edilen altı farklı markaya ait 19 L damacana su numunelerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları şu şekildedir. 1 numaralı numunenin mikrobiyolojik inceleme sonuçları: Birinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 19, 22 °C 72 saatte 54 bakteri üredi. Koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. İkinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 139, 22 °C 72 saatte 200' ün üstünde bakteri üredi. 250 mL de 48 koliform ve 1 *P. aeurogin* üredi. Fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Üçüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 250' ün üstünde, 22 °C 72 saatte 250' nin üstünde bakteri üredi. 250 mL de 17 *P. aeurogin* üredi. Koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Dördüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte ve 22 °C 72 saatte 500' ün üstünde bakteri üredi. 250 mL de 55 koliform, 4 *E. coli*, 12 *P. aeurogin* üredi. Fekal koliform, *salmonella*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Beşinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte ve 22 °C 72 saatte 500' ün üstünde bakteri üredi. 250 mL de 114 koliform, *E. coli*, 27 *P. aeurogin*, 41 *S. aeurus* üredi. Fekal koliform, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Altıncı ay sonunda 1 mL de 37 °C

24 saatte ve 22 °C 72 saatte 500' ün üstünde bakteri üredi. 250 mL de 500' ün üstünde koliform, 7 fekal koliform, 1 *E. coli*, 24 *P. aeurogin*, 30 *S. aeurus* üredi. *Salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi (Tablo 14).

Tablo 14. Serin ve kuru yerde muhafaza edilen 1 numaralı numunenin analiz sonuçları

Numune	1 mL de Toplam Bakteri			Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>S. aeurus</i>	Sülfat Red. Bak.
	37 °C 24 Saat	22 °C 72 Saat	Ort. Değer							
Ara.09	19	54	36,5	0	0	0	0	0	0	0
Oca.10	139	>200	169,5	48	0	0	0	1	0	0
Şub.10	>250	>250	250	0	0	0	0	17	0	0
Mar.10	>500	>500	500	55	0	4	0	12	0	0
Nis.10	>500	>500	500	114	0	0	0	27	41	0
May.10	>500	>500	500	>500	7	1	0	24	30	0



Şekil 16. 1 Numaralı numunede 6 aylık periyotta üreyen bakteri sayısı (serin yerde)

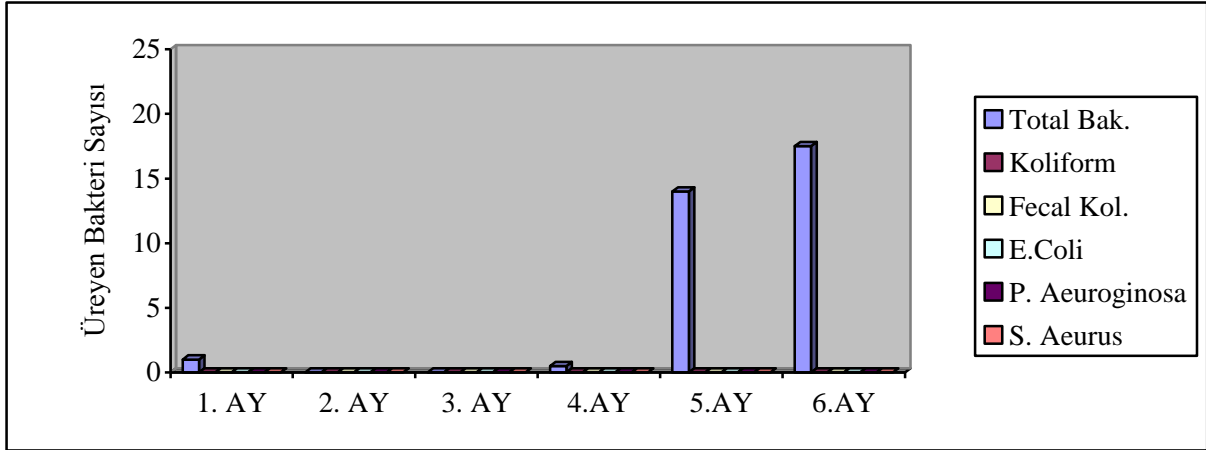
1 numaralı numunede üreyen toplam bakteri sayısında her ay doğrusal bir artış gözlemlenmiş ve üremeler standartların üstünde olmuştur (Şekil 16).

2 numaralı numunenin mikrobiyolojik inceleme sonuçları: Birinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte bakteri üremesi görülmedi. 22 °C 72 saatte 2 bakteri üredi. Koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Numunede ikinci ve üçüncü aylarda herhangi bir üreme tespit edilmedi. Dördüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 1, 22 °C 72 saatte bakteri üremedi. *P. aeurogin*, koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Beşinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 4, 22 °C 72 saatte 24 bakteri üredi. Fekal koliform, *P. aeurogin*, *S. aeurus* üredi. Koliform, *E. coli*, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Altıncı ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 4, 22 °C 72 saatte 31 bakteri üredi. Koliform, fekal koliform, *P. aeurogin*, *S. aeurus* üredi. *E. coli*, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi (Tablo 13).

2 numaralı 19 L damacana suda dördüncü ay ve sonrasın toplam bakteri sayısının üremesinde bir artış görülürken numunelerin hepsinde altı ay boyunca sular standartlarına uygunluğunu korumuştur (Şekil 18).

Tablo 15. Serin ve kuru yerde muhafaza edilen 2 numaralı numunenin analiz sonuçları

Numune	1 mL de Toplam Bakteri			Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>S. aeurus</i>	Sülfat Red. Bak.
	37 °C 24 Saat	22 °C 72 Saat	Ort. Değer							
Ara.09	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Oca.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Şub.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar.10	1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0
Nis.10	4	24	14	0	0	0	0	0	0	0
May.10	4	31	17,5	0	0	0	0	0	0	0

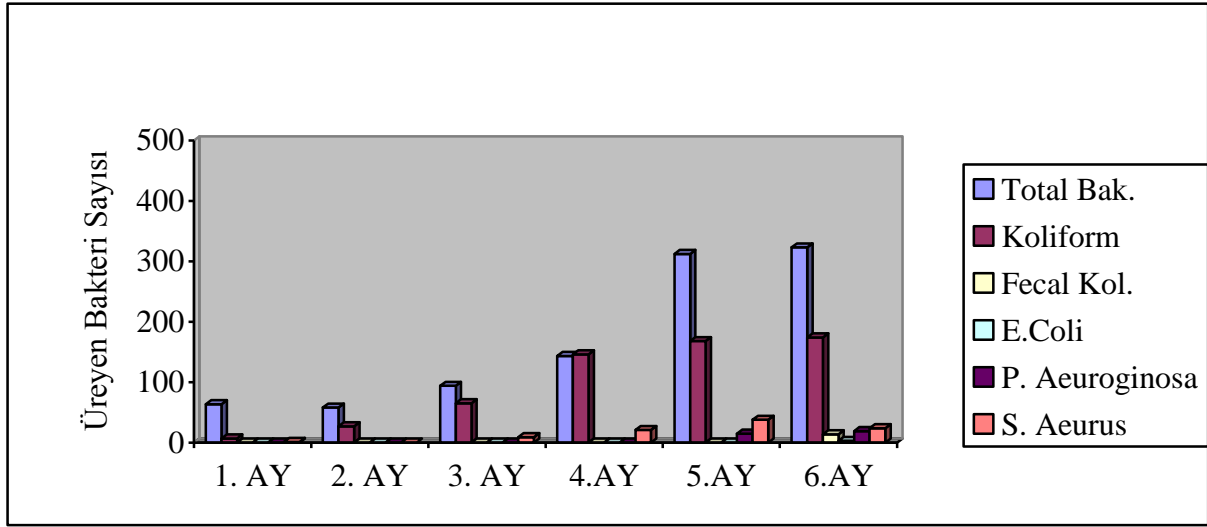


Şekil 17. 2 Numaralı numunede 6 aylık periyotta üreyen bakteri sayısı (serin yerde)

3 numaralı numunenin mikrobiyolojik inceleme sonuçları: Birinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 38, 22 °C 72 saatte 89 bakteri üredi. 250 mL de 7 koliform ve 1 *S. aeurus* üremesi görüldü. Fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. İkinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 54, 22 °C 72 saatte 62 bakteri üredi. 250 mL de 27 koliform üredi. Fekal koliform, *E. coli*, *Salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Üçüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 91, 22 °C 72 saatte 97 bakteri üredi. 250 mL de 65 koliform ve 9 *S. aeurus* üredi. *P. aeurogin*, koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Dördüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 115, 22 °C 72 saatte 172 bakteri üredi. 250 mL de 146 koliform, 21 *S. aeurus* üredi. *P. aeurogin*, koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Beşinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 124, 22 °C 72 saatte 500' ün üstünde bakteri üredi. 250 mL de 168 koliform bakteri, 15 *P. aeurogin*, 38 *S. aeurus* üredi. Fekal koliform, *E. coli*, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Altıncı ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 146, 22 °C 72 saatte 500' ün üstünde bakteri üredi. 250 mL de 174 koliform, 14 fekal koliform, 3 *E. coli*, 19 *P. aeurogin*, 24 *S.aqAeurus* üredi. *Salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi (Tablo 16). 3 numaralı numunede her ay standartların üzerinde üreme tespit edilmiştir. Özellikle toplam bakteri ve koliform bakteri üremesinde doğrusal bir artış gözlemlenmiştir (Şekil 18).

Tablo 16. Serin ve kuru yerde muhafaza edilen 3 numaralı numunenin analiz sonuçları

Numune	1 mL de Toplam Bakteri			Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>S. aeurus</i>	Sülfat Red. Bak.
	37 °C 24 Saat	22 °C 72 Saat	Ort. Değer							
Ara.09	38	89	63,5	7	0	0	0	0	1	0
Oca.10	54	62	58	27	0	0	0	0	0	0
Şub.10	91	97	94	65	0	0	0	0	9	0
Mar.10	115	172	143,5	146	0	0	0	0	21	0
Nis.10	124	>500	312	168	0	0	0	15	38	0
May.10	146	>500	323	174	14	3	0	19	24	0



Şekil 18. 3 Numaralı numunede 6 aylık periyotta üreyen bakteri sayısı (serin yerde)

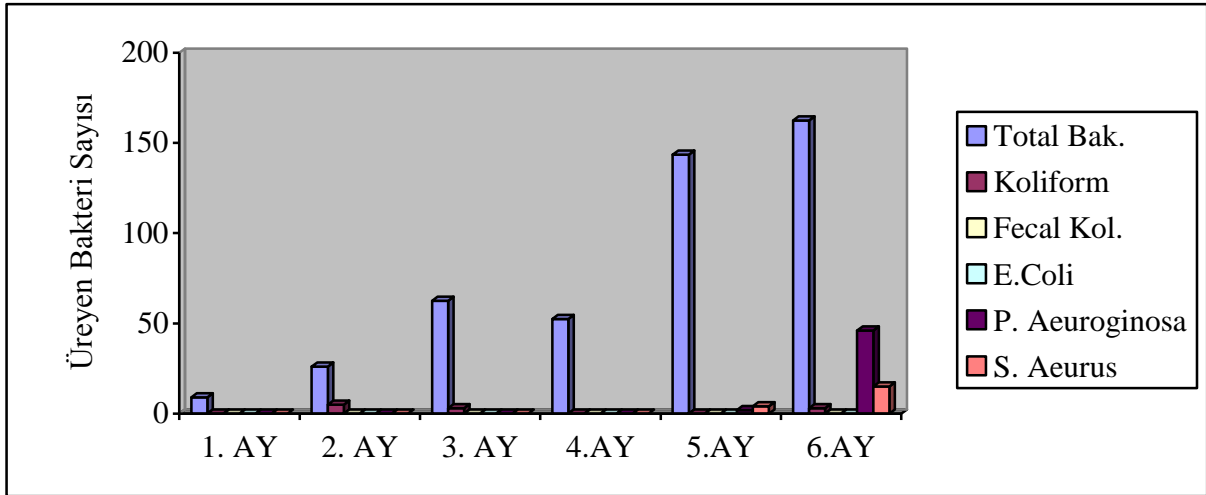
4 numaralı numunenin mikrobiyolojik inceleme sonuçları: Birinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 4, 22 °C 72 saatte 14 bakteri üretti. Koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. İkinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 5, 22 °C 72 saatte 47 bakteri üretti. 250 mL de 5 koliform üretti. Fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Üçüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 54, 22 °C 72 saatte 71 bakteri üretti. 250 mL de 3

koliform üremesi tespit edildi. *P. aeurogin*, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Dördüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 21, 22 °C 72 saatte 84 bakteri üredi. *P. aeurogin*, koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Beşinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 87, 22 °C 72 saatte 200' ün üstünde bakteri üredi. 250 mL de 2 *P. aeurogin*, 4 *S. aeurus* üredi. Fekal koliform, koliform, *E. coli*, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Altıncı ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 125, 22 °C 72 saatte 200' ün üstünde bakteri üredi. 250 mL de 3 koliform, 6 *P. aeurogin*, 5 *S. aeurus* üredi. Fekal koliform, *E. coli*, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi (Tablo 17).

Tablo 17. Serin ve kuru yerde muhafaza edilen 4 numaralı numunenin analiz sonuçları

Numune	1 mL de Toplam Bakteri			Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	Salmonella	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>S. aeurus</i>	Sülfat Red. Bak.
	37 °C 24 Saat	22 °C 72 Saat	Ort. Değer							
Ara.09	4	14	9	0	0	0	0	0	0	0
Oca.10	5	47	26	5	0	0	0	0	0	0
Şub.10	54	71	62,5	3	0	0	0	0	0	0
Mar.10	21	84	52,5	0	0	0	0	0	0	0
Nis.10	87	>200	143,5	0	0	0	0	2	4	0
May.10	125	>200	162,5	3	0	0	0	6	5	0

Güneş ışığına maruz kalan 4 numaralı 19L damacana sularını sadece % 16,67 sinde yönetmek değerlerine uygun üreme sayıları tespit edilmiştir. İkicini aydan sonra mikrobiyolojik üremede standartların üstünde ve artış eğiliminde bir üreme performansı gözlenlenmiştir (Şekil 20).



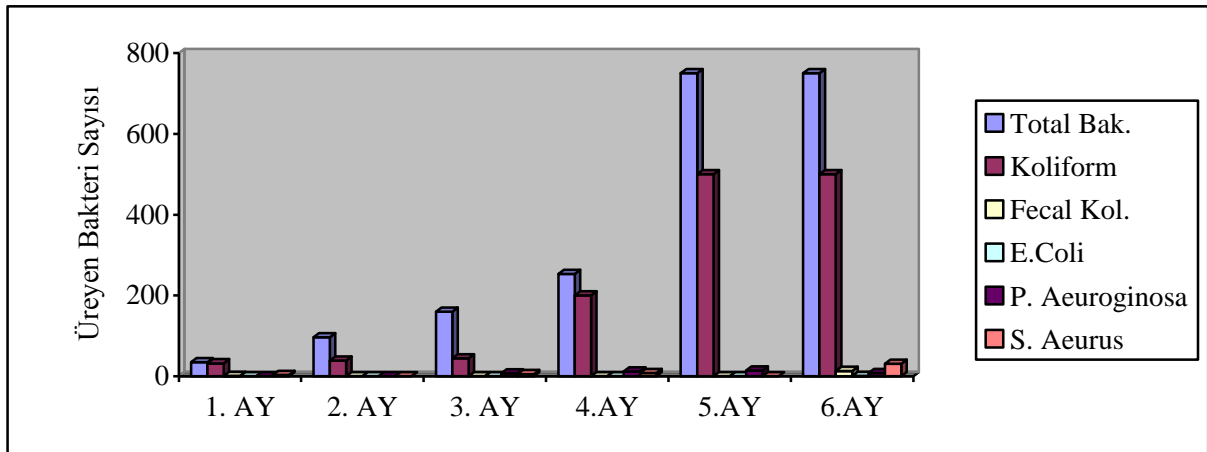
Şekil 19. 4 Numaralı numunede 6 aylık periyotta üreyen bakteri sayısı (serin yerde)

5 numaralı numunenin mikrobiyolojik inceleme sonuçları: Birinci ay sonunda 1 mL de 37 °C de 24 saatte 2, 22 °C 72 saatte 67 bakteri üredi. 250 mL de 32 koliform, 1 Fecal koliform, 3 *S. aeurus* üredi. *E. coli*, *Salmonella*, *P. aeurogin* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. İkinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 43, 22 °C 72 saatte 150 bakteri üredi. 250 mL de 39 koliform üredi. Fecal koliform, *S. aeurus*, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Üçüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 200 ün üstünde bakteri ve 22 °C 72 saatte 120 bakteri üredi. 250 mL de 44 koliform, 5 *S. aeurus* ve 7 *P. aeurogin* üredi. Fecal koliform, *E. coli*, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Dördüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 7, 22 °C 72 saatte 500' ün üstünde bakteri üredi. 250 mL de 200 ün üstünde koliform, 8 *S. aeurus* ve 12 *P. aeurogin* üredi. Fecal koliform, *E. coli*, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Beşinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 500' ün üstünde, 22 °C 72 saatte 1000' in üstünde bakteri üredi. 250 mL de 500' ün üstünde Koliform ve 14 *P. aeurogin* üredi. Fecal koliform, *E. coli*, *S. aeurus*, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Altıncı ay sonunda 1 mL de 37 °C de 24 saatte 500' ün üstünde, 22 °C 72 saatte 1000' in üstünde bakteri üredi. 250 mL de 500' ün üstünde koliform, 13 fekal koliform, 1 *E. coli*, 31 *S. aeurus* ve 8 *P. aeurogin* üredi. *Salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi (Tablo 15).

Şekil 20' deki grafikten de görülebileceği üzere analizi yapılan numunelerde her ay artış gösterir şekilde mikrobiyal üreme gerçekleşmiştir. Tespit edilen bakteri sayılarının standartlarının üzerinde olduğu gözlenmiştir. Numunelerin % 16,67 si standartlara uygunluğunu korumuştur.

Tablo 18. Serin ve kuru yerde muhafaza edilen 5 numaralı numunenin analiz sonuçları

Numune	1 mL de Toplam Bakteri			Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>S. aeurus</i>	Sülfat Red. Bak.
	37 °C 24 Saat	22 °C 72 Saat	Ort. Değer							
Ara.09	2	67	34,5	32	1	0	0	0	3	0
Oca.10	43	150	96,5	39	0	0	0	0	0	0
Şub.10	>200	120	160	44	0	0	0	7	5	0
Mar.10	7	>500	253,5	>200	0	0	0	12	8	0
Nis.10	>500	>1000	750	>500	0	0	0	14	0	0
May.10	>500	>1000	750	>500	13	1	0	8	31	0



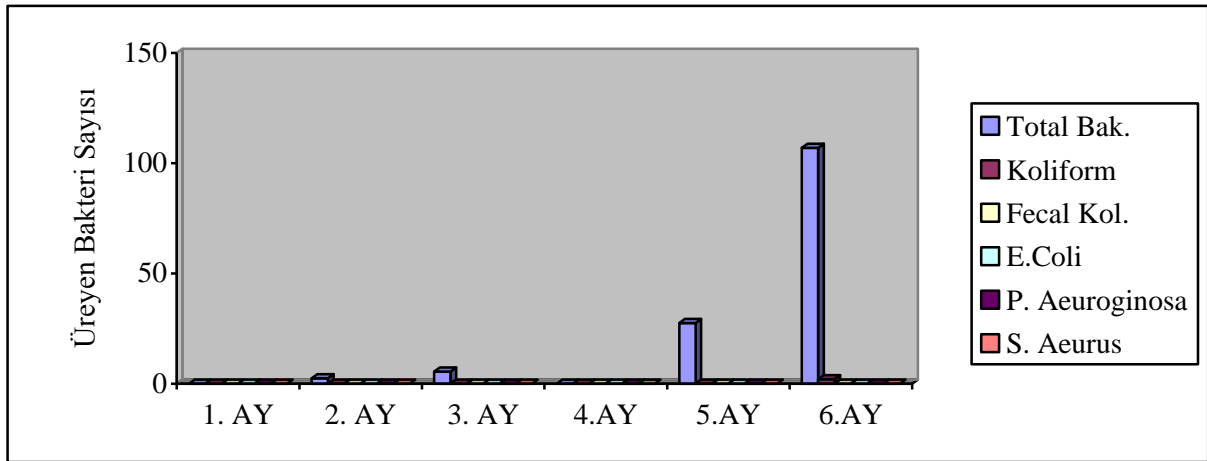
Şekil 20. 5 Numaralı numunede 6 aylık periyotta üreyen bakteri sayısı (serin yerde)

6 numaralı numunenin mikrobiyolojik inceleme sonuçları: Numunede birinci ayda herhangi bir üreme tespit edilmedi. İkinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 1 bakteri, 22 °C 72 saatte 4 bakteri üredi. Koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Üçüncü ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 3, 22 °C 72 saatte 8 bakteri üredi. *P. aeurogin*, koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *S. aeurus* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Dördüncü ay sonunda numunede herhangi bir bakteri üremesi tespit edilmedi. Beşinci ay sonunda 1 mL de 37 °C 24 saatte 23, 22 °C 72 saatte 32 bakteri üredi. Koliform, fekal koliform, *P. aeurogin*, *S. aeurus* üredi. *E. coli*, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi. Altıncı ay sonunda 1 mL de 37 °C de 24 saatte 14, 22 °C 72

saatte 200' ün üstünde bakteri üredi. 250 mL de 2 koliform üremesi tespit edildi. Fekal koliform, *P. aeurogin*, *S. aeurus* üredi. *E. coli*, *salmonella* ve sülfat indirgeyen bakteri üremedi (Tablo 19).

Tablo 19. Serin ve kuru yerde muhafaza edilen 6 numaralı numunenin analiz sonuçları

Numune	1 mL de Toplam Bakteri			Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>S. aeurus</i>	Sülfat Red. Bak.
	37 °C 24 Saat	22 °C 72 Saat	Ort. Değer							
Ara.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oca.10	1	4	2,5	0	0	0	0	0	0	0
Şub.10	3	8	5,5	0	0	0	0	0	0	0
Mar.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nis.10	23	32	27,5	0	0	0	0	0	0	0
May.10	14	>200	107	2	0	0	0	0	0	0



Şekil 21. 6 Numaralı numunede 6 aylık periyotta üreyen bakteri sayısı (serin yerde)

6 numaralı numunede birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü aylarda analiz edilen bakteri üremeleri standartlara uygunken beşinci ve altıncı aylarda standartların üzerinde toplam bakteri ve koliform bakteri üremesi görülmüştür. Damacana suların % 66,67 si standartlara uygunluğunu korumuştur (Şekil 21).

3.3. Pet Şişe Sularının Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Çalışmamızda Aralık 2009 ve Mayıs 2010 tarihleri **arasında** aynı altı farklı markaya ait pet şişe suları da piyasadan rastgele alınıp koliform bakteriler, fekal koliformlar, *escherichia coli*, enterekoklar, anerob sporlu sülfid indirgeyen bakteriler, *pseudomonas aeruginosa*, *salmonella*, *staphylococcus aureus* ve toplam mezofilik aerob bakteri parametreleri açısından analiz edilmiştir. Her bir pet şişe suyunun analizi herhangi bir koşullandırmaya tabi tutulmaksızın piyasadan tedarik edildiği şekilde ve üretim tarihlerinin olduğu ay içerisinde analiz edilmiştir. Bu sayede geri dönüşümlü bir ambalaj malzemesi olan polikarbonat damacana içerisindeki suyun ve tek kullanımlık pet şişe içindeki suyun üreme performansı karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları aşağıdaki şekildedir.

1 Numaralı Numuneye Ait Pet Şişe Suyunun Mikrobiyolojik İnceleme Sonuçları: Şubat ayında alınan numunede 1 mL 22 °C 72 saatte 2 bakteri üremesi tespit edilmiştir. koliform, fekal koliform, *E. coli*, *salmonella*, *P. aeurogin*, *S. aureus* ve sülfat indirgeyen bakterileri üremedi. Aralık 2009 ve Ocak-Mart-Nisan-Mayıs 2010 tarihlerinden alınan numunelerde herhangi bir üreme tespit edilmedi.

2 Numaralı Numuneye Ait Pet Şişe Suyunun Mikrobiyolojik İnceleme Sonuçları: Herhangi bir üreme tespit edilmemiştir.

3 Numaralı Numuneye Ait Pet Şişe Suyunun Mikrobiyolojik İnceleme Sonuçları: Aralık ayında 1 mL de 37 °C 24 saatte 2, 22 °C 72 saatte 8 bakteri üremesi tespit edilmiştir. Şubat ayında 1 mL de 37 °C 24 saatte 17, 22 °C 72 saatte 109 bakteri ve Mayıs ayında da 1 mL de 37 °C 24 saatte 3, 22 °C 72 saatte 19 bakteri üremesi gerçekleşmiştir. Ocak, Mart ve Nisan aylarında piyasadan alınan numunelerde herhangi bir mikroorganizma üremesi görülmemiştir.

4 Numaralı Numuneye Ait Pet Şişe Suyunun Mikrobiyolojik İnceleme Sonuçları: Herhangi bir üreme tespit edilmemiştir.

5 Numaralı Numuneye Ait Pet Şişe Suyunun Mikrobiyolojik İnceleme Sonuçları: Mart ayında 1 mL de 37 °C 24 saatte 5, 22 °C 72 saatte 44 bakteri ve Mayıs ayında 1 mL de 37 °C 24 saatte 4, 22 °C 72 saatte 23 bakteri üremesi tespit edilmiştir. Diğer aylarda herhangi bir üremeye gözlenlenmemiştir.

6 Numaralı Numuneye Ait Pet Şişe Suyunun Mikrobiyolojik İnceleme Sonuçları: Herhangi bir üreme tespit edilmemiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsan yaşamının vazgeçilmez bir unsuru olan suların temizliği, arıtma işlemlerinin güvenilirliğinin, daha da önemlisi halka sunulan ambalaj ve tüketim şeklinin mikrobiyolojik açıdan sağlığa uygunluğunun araştırılması büyük önem taşımaktadır. Suda muhtemel bir kirlenmeyi ortaya koymak ve bunun sebep olabileceği salgınları önlemek için suların düzenli mikrobiyolojik kontrollerinin yapılması gereklidir. Bir kirlenme tespit edildiğinde kaynağı araştırılmalı ve kirlilik ortadan kaldırılıncaya kadar bu su kullanılmamalıdır.

Bu araştırmamızda; Trabzon bölgesinde satışa sunulan altı farklı markaya ait ambalajlı suların 17.02.2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğinde belirtilen parametreleri incelenerek mikrobiyolojik sonuçları değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Üç ay süre ile direkt güneş ışığına maruz bırakılan damacana sularının mikrobiyolojik kalite açısından % 50 sinin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik parametrik değerlerine uygun olduğu gözlemlenmiştir. Bu numunelerden ikinci ayın sonunda % 33 ü standartlara uygunluğunu korumuştur. Üçüncü ayın sonunda ise sadece numunelerden % 16 sının standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir.

Altı ay boyunca serin yerde (20 °C) muhafaza edilen damacana sularının birinci ayın sonunda % 50 si, ikinci, üçüncü ve dördüncü ayın sonunda % 33 ünün yönetmelikte belirtilen parametre değerlerine uygun olduğu görülmüştür. Numunelerin beşinci ayın sonunda sadece % 16 sı bakteriyolojik kalite bakımından uygunluğunu korumuştur.

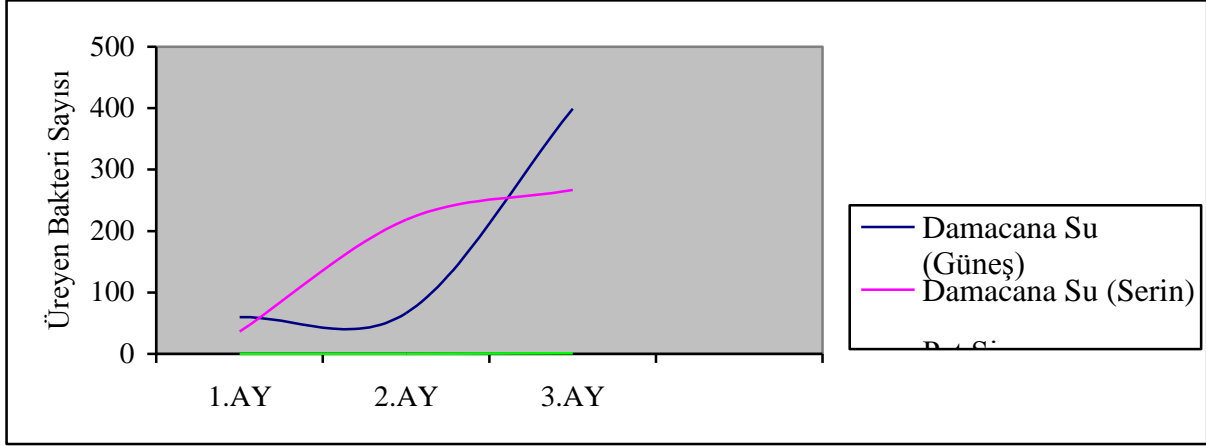
Güneş ışığına maruz bırakılan numunelerde üç aylık periyotta serin yerde muhafaza edilen numunelere nazaran daha hızlı üreme tespit edilmiştir. Serin yerdeki numunelerin % 16' sı altı ay süre ile standartlara uygunluğunu korumuşken güneş ışığındaki numunelerin % 16' sı sadece üç ay süre ile standartlara uygun kalabilmiştir.

Geri dönüşümlü bir ambalaj malzemesi olan 19 L damacana sulardaki durum değerlendirildiğinde ise toplam 54 numuneden 19 tanesinin (% 52,7 sinin) yönetmelik sınır parametreleri açısından kabul edilebilir olduğu sağlanmıştır.

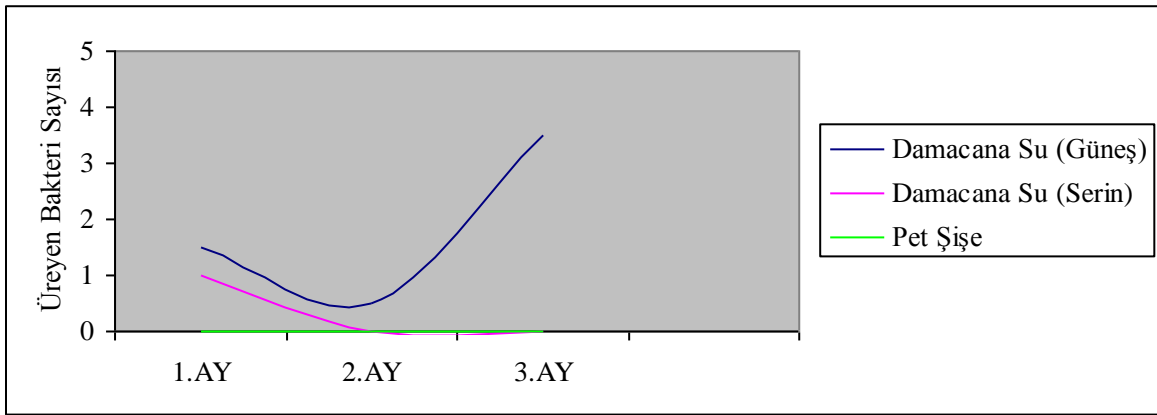
Tek kullanımlık bir ambalaj malzemesi olan pet şişe sularından alınan toplam 36 adet numunenin ise 35 adeti (% 97 si) standartlara uygun olarak değerlendirilmiştir.

Bu bağlamda, üç ay süre ile güneş ışığında ve serin yerde bekletilen sulardaki üreme performansları karşılaştırıldığında; güneş ışığına maruz bırakılan numunelerde daha hızlı bir

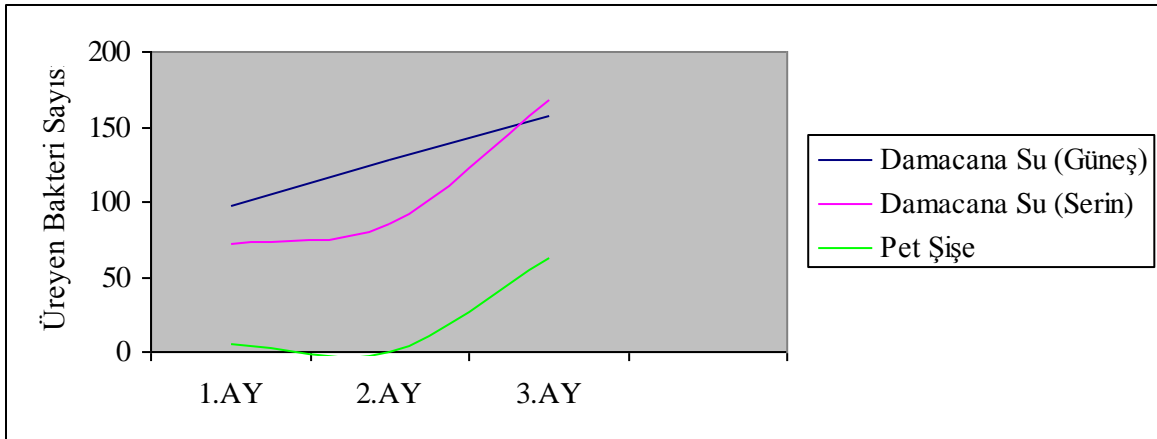
üremenin olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca pet şişe sularındaki üremenin damacana sularındaki üremeye göre çok daha az olduğu anlaşılmıştır. Bu durum numunelerde gerçekleşen toplam bakteri üremelerini gösteren Şekil 22, 23, 24, 25, 26, 27' de anlaşılmaktadır.



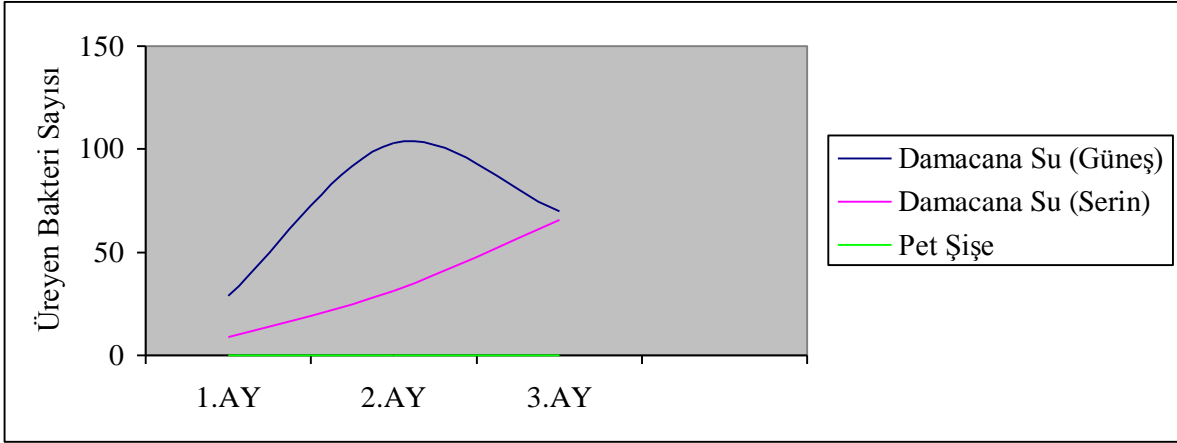
Şekil 22. 1 Numaralı numunenin üreme performansı karşılaştırması



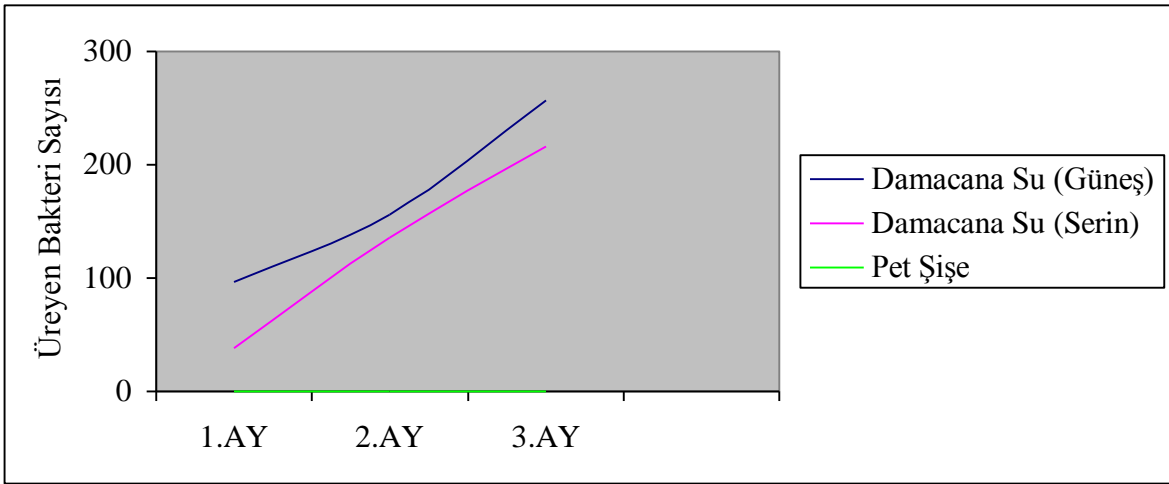
Şekil 23. 2 Numaralı numunenin üreme performansı karşılaştırması



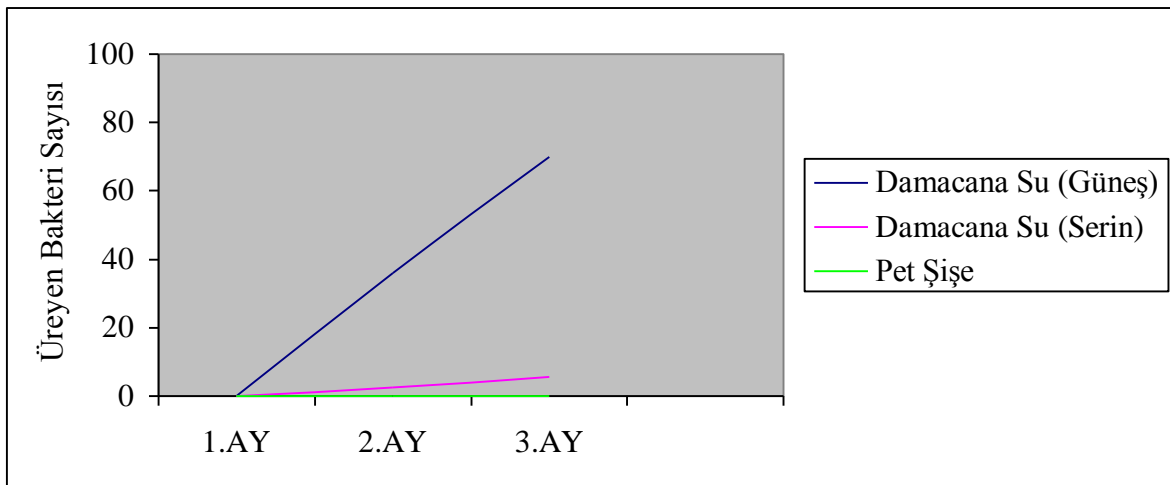
Şekil 24. 3 Numaralı numunenin üreme performansı karşılaştırması



Şekil 25. 4 Numaralı numunenin üreme performansı karşılaştırması



Şekil 26. 5 Numaralı numunenin üreme performansı karşılaştırması



Şekil 27. 6 Numaralı numunenin üreme performansı karşılaştırması

19 L damacana suyunun mikrobiyolojik analiz sonuçları değerlendirildiğinde; toplam 54 adet numunenin % 35' i (19 adet) toplam bakteri, % 44'ü (24 adet) koliform bakteri, % 87'si (47 adet) fekal koliform bakteri, % 89' u (48 adet) *escherichia coli*, % 100'ü (54 adet) *salmonella*, % 65'i (35 adet) *P. Aeurogin*, % 70'i (38 adet) *S.aeurus* ve % 100'ü (54 adet) sülfat indirgeyen bakteri bakımından insani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmelikte belirtilen parametrelere göre uygunluğunu korumuştur.

Analizi yapılan damacana sularında normal sınırların üstünde üreme gerçekleşmesinin nedeni yetersiz arıtım ve kaynakların iyi korunamaması ve geri dönüşümlü ambalaj malzemesi olan polikarbon damacanelerin yetersiz dezenfeksiyonudur. Ayrıca damacaneler güneş ışığına maruz bırakıldıkları zaman mikrobiyolojik üremenin daha hızlı gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bu sularının hijyenik kalitesinin oldukça düşük olduğu ve halk sağlığı açısından önemli riskler taşıdığı kanaatine varıldı. Piyasadan alınan su örneklerinin kirliliği, tesisin hijyenik şartlara uymadığının ve işletmenin depolama, ambalajlama, sanitasyon gibi kurallara uymadığının göstergesidir.

Aynı markaya ait tek kullanımlık pet şişelerdeki analiz sonuçları değerlendirildiğinde görülmüştür ki, tesislerde geri dönüşümlü ambalaj malzemesi olan polikarbonat damacaneler yeterli derecede dezenfekte edilememektedir ve mikrobiyal kirlenmeye zemin hazırlamaktadır. İşletmelerde otokontrol sağlayan ve mikrobiyolojik açıdan çıkabilecek problemleri anında fark edip giderilmesi için bu tür laboratuvarların ve konu ile ilgili elemanların bulunması zorunluluğu sağlanmalı ve yetkili mercilerce bunların takibinin yapılması gerekmektedir.

Su kalitesi için suyun kaynağından tüketildiği yere kadar fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden sürekli kontrolü yapılarak gerekli önlemler alınmalıdır. Üretim aşamasında kullanılan kap ve kapakların dezenfeksiyonu titizlikle yapılması gerekmektedir. Bu şekilde kap ve kapakların mikrobiyal kirliliğinden dolayı suda oluşabilecek kontaminasyonlar önlenmiş olacaktır. Özellikle geri dönüşümlü bir ambalaj malzemesi olan 19 L polikarbonat damacanelerin Sağlık Bakanlığının onayladığı kuruluşlardan temin edilen dezenfektanlar kullanılarak ve 70 °C deki suyla el değmeden otomatik olarak dezenfeksiyonun yapılması gerekmektedir. Ayrıca firmalar yıpranmış ve kullanım ömrünü tamamlamış damacanelere su dolumu yapmamalı bunları piyasadan toplatarak yenileri ile değiştirmelidir. Bu şekilde suya ambalajdan geçme ihtimali olan mikrobiyal kirlenme engellenmiş olacaktır.

Şişelenmiş su her gün piyasaya sürülmeden önce yönetmelikte belirtilen mikrobiyolojik kalite parametreleri açısından analize tabi tutulmalıdır ve sonucu alındıktan sonra ürün piyasaya sürülmelidir. İl Sağlık Müdürlüklerinin kontrol analizleri sıklaştırılmalı ve izlemeleri yapılmalıdır. Suyun da her besin maddesi gibi hijyenik ortamda ve el değmeden ambalajlanması gerekmektedir. Bu bağlamda kaynağından şişeleninceye kadar her aşamada eğitimli personel tarafından titizlikle kontrol edilmelidir.

Bunun yanı sıra, halk sağlığı açısından toplumun 19 litrelik doğal kaynak suyu seçimi yaparken mutlaka dikkat etmesi gereken hususlar aşağıda belirtilmiştir.

- Satışa sunulan suların, Bakanlık'tan ithal veya üretim izni almış olmasına dikkat edilmeli,
- Suyun etiketi sağlam ve okunaklı şekilde ürünün üzerinde olmalı,
- Etiket üzerinde suyun adı, cinsi, üretim veya ithal izninin tarih ve sayısı, dolum yapıldığı yerin adresi, suyun sahip olduğu analiz değerleri yazılı bulunmalı,
- Kap, kapak ve etiketlerde tüketiciyi yanıltıcı bilgi ve semboller bulunmamalı,
- Kapak orijinal haliyle kapalı olmalı ve önceden açılmış olmamalı,
- Suyun adı kapak üzerinde yazılı olmalı. Kap üzerinde ise üretim ve son kullanma tarihi ile parti ve seri numarası görülmeli. Geri dönüşlü damacanelerin üzerinde suyun adı, şirket ismi ve tescilli amblemi veya logosu kabartma şeklinde yazılı olmalı. Geri dönüşlü damacaneler farklı marka su dolumu için kullanılmamalı,
- Halkın yoğun olarak tükettiği damacanelerin üzerinde ürün güvenliğini sağlamak için, hava ve su sızdırmayan, kap ve kapağı içine alacak şekilde yapıştırılmış, güvenlik bandı bulunmalı. Güvenlik bandı üzerinde suyun adı ve cinsi yazılı olmalı,
- Ambalajlı sularda kapak, güvenlik bandı, etiket ve polikarbonat damacana üzerindeki suyun adı, şirket ismi, tescilli amblemi veya logosu gibi bilgiler birbiri ile uyumlu olmalı,
- Su renksiz, kokusuz ve berrak olmalıdır. İçerisinde çökelti, yosunlaşma, yabancı cisim bulunmamalı,
- Açıkta satılan (su istasyonu, tanker, bidon vb.) sular alınmamalı. Su kapları çatlak, ezik, kırık olmamalı, serin, kuru ve temiz bir yerde kapakları kapalı olarak muhafaza edilmeli,
- Ambalajlı sular tüketilinceye kadar kapağı kapalı tutulmalı. Damacanelerde kullanılan pompa, soğutucu gibi aparatların temizliği düzenli aralıklarla yapılmalı. Doğal mineralli suların etiketlerinde suyun özellikleri açık bir şekilde yazılı olmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- Akman, Y., Ketenoğlu O., Evren, H., Kurt, L. ve Dzenli, S., 2000. evre Kirliliği, evre Biyolojisi, Palme Yayıncılık, Ankara , 268 s.
- Alim, A., 1998. Sivas İl ve İlçe Merkezlerinde İçme Sularının Bakteriyolojik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Altinkum, S.M., 1996 İstanbul’ da Satılan İçme Sularının Mikrobiyolojik Ynden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi İ.. Sağlık Birimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Alzafer, H. ve zer, N., 1997. İçme Sularında Kirlilik ve alışan Sağlığına Olan Etkileri. III. Ulusal Balneoloji Kongresi. 5 Mayıs 1995. Poster İ.. Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul, 238 s.
- Amerikan Public Health Association (APHA), 1989. Standart Metodes For Examination of Water Sewage 17 Eddition APHA, Washington.
- Aral, U., 1997. İstanbul Su Kalitesi, Su kongresi ve Sergisi’97. Bildirler Kitabı. 218-280 s.
- Arda, B., Yamazhan, T., Ulusoy, T. ve zinel, M.A., Yoğun Bakım nitelerinden İzole Edilen *P.aeruginosa* ve *Acinetobacter* Türlerinin Antibiyotik Duyarlılığındaki Değişim, Hastane İnfeksiyon Dergisi, 5 (2001), 49- 53.
- Awartf, 1997. Drinking Water Inspectorate Fact Sheet-Non Group A Potaviruses Fact, 22,1.
- Balkaya, N., Aıkgz, A., 2004. İme Suyu Kalitesi ve Türk İme Suyu Standartları, Standard Dergi, 29-37.
- Baltacı, O., 1992. Eskişehir Blgesi İme ve Kullanma Sularında Tip Sulandırım ve Membran Filtre Yntemleri ile Koliform Bakteri Aranması, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sağlık Birimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Bryen, F., 1992. Hazard Analysis Critical Control Point Evaluations World Health Organization, Geneva.
- Chapman, D.ve Kimstach, V., 1996. Chapter 3. Selection of Water Quality Variables, Water Quality and Assesments- A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Enviromental Monitoring, Second Edition, Chapman, D.(ed), , Unesco/Who/Unep 1-56.
- ağlar, Z., 2000. İstanbul’ da Su. Sağlık Dergisi Yıl 4,21 İstanbul Valiliği İl Sağlık Müdürlüğü, İstanbul.
- Demirer, MA., 1995. Su Hijyeni, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, , 17, 19- Ankara, 2 s.

- Demirtaş, H. ve Yüzbaşıoğlu N., 1997. İstanbul’ da Su İstasyonlarından Alınan Örneklerde Mikrobiyolojik Etüdler. II. Ulusal Su Simpozyumu 4 Mayıs 1995. Kongreler Kitabı, İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, 57-64.
- Demirtaş, H., 2001. Tesiste ve Şişelemede Hijyenin Önemi. IKV Ulusal Su Simpozyumu, Mayıs,İstanbul, 60-63.
- Dönmez, A., Demirtaş H., Doğal Kaynak ve Mineralli Sularda Hijyen, Gıda Teknolojisi ve Tarım Dergisi,9 (2000) 32-33 .
- DSİ Genel Müdürlüğü ve ABD Coğrafya Araştırmaları 2002, Ankara.
- Dülger, B., 1997. Nilüfer Çayında Bazı Mikrobiyolojik Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Ercan, A., Kenan, E. ve Metz, J.W, 1995. Suların Sağlığa Etkileri, İstanbul Su Kongresi ve Sergisi’95 Bildiri Kitabı, 206 s.
- Fertman, R., Hentschel, S., Dengler, D., Janben, U. ve Lommel, A., 2004. Lead Exposure by Drinkink Water an Epidemiological Study in Hamburg, İnt. J. Hyg. Environ Helth, 207, 235-244.
- Gleick, P.H., 1966. Water Resources. In Encyclopedia of Climate and Weather by H. Schneider, Oxford University Pres, NewYork, 2, 817-823.
- Güler, Ç. Ve Çobanoğlu, Z., 1994. Su Kirliliği Birinci Baskı T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müd. Yayın No:12, Ankara, 40 s.
- Günay, G., Selçuk, B., 1995. Türkiyede Kaynak Sularının Bugünkü Yasal Durumu ve Yapılması Gereken Düzenlemeler İlgili Öneriler. II. Ulusal Su Simpozyumu 4 Mayıs, İstanbul, 39-51.
- Hapçıoğlu, B., Güngör, G., Demir, L. ve Güray, Ö., 1997. İçme Sularında Saptanan Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kirliliklerin Halk Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi, Su Kongresi ve Sergisi 197, Bildiriler Kitabı, 191-193.
- Hooda, P.S., Edward, A.C., Anderson, H.A. ve Miller, A., 2000. Are view of Water Quality Concerns in Livestock Farming Areas Sci. Total Environ, 250, 143–167.
- International Standart 1990. Water Quality Detection and Anumaration Of Coliform Organisusu Themotolerent Coliform Organism and Presempative *Escherichia Coli*. Part 1 Memran Filtration Method Part 2 Multiple Tube Method 1509308-1,2.
- İpek O., 2000. Su Sektöründe Kalite Sistem ve Uygulamaları, 2000. Gıda Teknolojisi ve Tarım Dergisi,9, 38-39 .
- Karagülle, M.Z., 2001. Şişelenmiş Doğal Sular ve Sağlık IV.Ulusal Su Simpozyumu, Mayıs,İstanbul, Bildiriler Kitabı: 6-12.

- Karakuş, M., 1995. İçme Suları ve İçecek Endüstrisinde Mikrobiyolojik Riskler, 136-137. Marmara Araştırma Merkezi , Gebze, Kocaeli.
- Köksal, F., 1999. İstanbul Sularının Mikrobiyoloji Yönünden Değerlendirilmesi, İstanbul Sularının Bulaşıcı Hastalıklar Yönünden Değerlendirilmesi. İstanbul, 14-30.
- Kussmaul, H., 1997. Richtlinien über Natürliches Mineral Wasser Unter Spezieller Berücksichtigung Von Phosphat, Nitrat, Nitrit, und Ammonium. II. Ulusal Su Simpozyumu, Mayıs, İstanbul, 72-79.
- Natural Geographic Doğada Su, Mayıs 2001, 16 s.
- Nwachuku, N. ve Gerba, C.P., 2004. Microbial Risk Assessment Don't Forget the Children, Current Opinion in Microbiology, 7, 206- 209.
- Ozan, M., 1996. Ankara Garnizonundaki Askeri Birliklerin İçme Sularında Membran Filtrasyon Tekniği ile *Pseodomonas Aeurogenasanın* İzolasyonu ve İdentifikasyonu Üzerinde Araştırmalar, Bilim Uzmanlığı Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öz, V., Köksal, S., Çelik, Ş., Erginöz, E., Erginöz, H., Kiremitçi, T. ve Erel, C., 1996. İstanbul' da İçme Ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Olarak Değerlendirilmesi 5. Ulusal İnfeksiyon Hastalıkları Kongresi, Eylül 1995 Kongre Kitabı, Türkiye Mikrobiyoloji Cemiyeti Yayın No:23, 6,04-İstanbul.
- Öz, V., Köksal, S., Çelik, Ş., Vehid, S., Erel, C., Kiremitçigil, A. ve Erginöz, H., 1996. İstanbul'da Kaynak Sularının Mikrobiyolojik Yönünden Değerlendirilmesi, Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı Vakfı Dergisi, 4, 5-40.
- Öz, V., Köksal, S., Çelik, Ş., Toprak, N., Erginöz, E., Cengiz, S. ve Erginöz, H., İstanbul' da Su İstasyonlarında Satışa Sunulan İçme Sularının Mikrobiyolojik Yönünden Değerlendirilmesi, 1996, V. Ulusal Halk Sağlığı Bildiri Kitabı, 457-458.
- Özgüven, V., UTS Mikrobiyoloji ve İnfeksiyonları Hastalıkları Kitabı Sayı 1, 29, 2006.
- Öztaş, T., 1998. "Doğal Kaynak, Maden ve İçme Suları ile Tıbbi Suların İshali, Ambalajlanması ve Satışı Hakkında Yönetmelik" Üzerine Eleştirisel Düşünceler, III. Ulusal Su Sempozyumu, 19-29, İ.Ü. Ekoloji ve Hidro- Klimatoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, İstanbul.
- Öztürk, M., 2003. İstanbul'da Dolum Sonrası Kaynak Sularının Mikrobiyolojik İncelenmesi. Doktora Tezi, İ.Ü. Adli Tıp Enstitüsü, İstanbul.
- Öztürk R., 1999. Su İle Bulaşan İnfeksiyon Hastalıkları ve İstanbul' daki Durum. İstanbul Sularının Bulaşıcı Hastalıklar Yönünden Değerlendirilmesi, Bulaşıcı Hastalıklarla Savaş Derneği, 14, 40-47, İstanbul.
- Sartorius – Türkiye 2000. Kaynak Sularının İşlenmesi Hakkında Genel Bilgiler. El Kitabı, İstanbul.

- Sefcova, H., 1999. Microbiological Control of The Water Bottling Process Centreus. J. Publ Health, 7, 182-184.
- Sürmeli, İ., 1996. Trakya'nın Bazı Yörelerinde İçilen Sulardaki Ağır Metal ve Radyoaktif Miktarlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Tebbuty, T.H.Y., 1997. Principles of Water Quality Control, Pergamon Pres, GB, 200.
- TS 6465, Su Kalitesi – Mikrobiyolojik Analizler İçin Kullanılan Membran Filtrelerin Değerlendirilmesi, Ankara, 1989.
- TS 9924, Su Kalitesi – Sularda Bakteri Sayımı , Ankara, 1992.
- TS EN ISO 6222, Su Kalitesi – Kültürü Yapılabilen Mikroorganizmaların Sayımı – Agar Besiyerinde Aşılama İle Koloni Sayımı, Ankara, 2002.
- TS EN ISO 9308-1, Su Kalitesi – *Escherichia Coli* ve Koliform Bakterilerin Tespiti ve Sayımı – Bölüm 1: Membranla Süzme Yöntemi, Ankara, 2004.
- TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular, Ankara, 2005.
- T.C. Resmi Gazete, İski İçme Suyu Havzaları Koruma Yönetmeliği, 1998.
- T.C. Resmi Gazete, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Sayı :25730, 17 Şubat 2005.
- Unat, E.K., 1993. Besin Mikrobiyolojisi, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, s.109,121,552, İstanbul.
- Unat, E.K, 1997. Temel Mikrobiyoloji, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayın No:207, s.612, 620, 621, İstanbul.
- Unep, 2002, 3. Küresel Çevre Raporu ,57 s.
- Uslu, O., Türkman, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü (Water Pollution and Control), T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Eğitim Yayınları Dizisi 1.
- Ünlütürk, A., Tarantaş F., 1996, Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 51-58.
- Warbaton, D.W.,1993 A review of The Mikrobiological Quality of Bottled Water Sold in Canada. Part 2, The Need For More Stringent Standart and Regulations, Can J. Microbiol, 39, 158-168.
- WHO, 1996. İçme Suyunun Dezenfeksiyonu s1-13. Regional Office For Europe- Copenhagen
- WHO, 1997. Su Kaynaklarının Korunması s.1-13. Regional For Office For Europe-Copenhagen
- WHO, 2006. Guidelines for Drinking Water Quality, First Addendum to Third Edition Volume 1,296-460. World Halth Organization, Geneva.

Yaramaz, Ö., 1997. Su Kalitesi, E.Ü. Basımevi, Yayın No: 4, İstanbul.

URL – 1. www.suder.org.tr. Ambalajlı Su Üreticileri Derneği, İzmir, 3 Nisan 2010.

URL – 2. www.tuik.gov.tr. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, 6 Nisan 2010.

URL – 3. www.worldbank.org/newelibrary, World Bank Library, USA, 6 Nisan 2010

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Rize' nin Pazar ilçesinde dünyaya geldi. İlköğrenimini Ardeşen Alparslan ilköğretim okulunda, orta öğrenimini de Ardeşen İmam Hatip Lise' sinde tamamladı. 2004 yılında Atatürk Üniveritesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında yüksek lisans eğitime başladı. Halen aynı bölümde yüksek lisans eğitime devam etmekte olup iyi derecede İngilizce bilmektedir.